



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**” DISEÑO DEL SISTEMA SCADA DEL PROCESO DE
TRANSPORTE DE CEMENTO PARA
HOLCIM-ECUADOR”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

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

Presentada por:

Miguel Angel Arreaga Medina

Iván Ariolfo Coronel Pérez

GUAYAQUIL – ECUADOR

2006

AGRADECIMIENTO

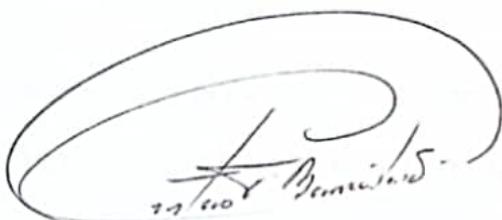
A Dios Padre Celestial por permitirnos el progreso espiritual e intelectual.

A las personas que colaboraron de una u otra forma en la realización de este
proyecto de tesis

DEDICATORIA

A nuestros familiares y
allegados.

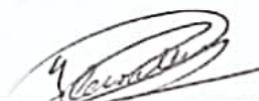
TRIBUNAL DE GRADUACION



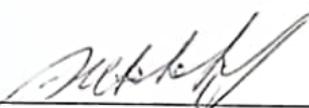
Ing. Gustavo Bermúdez
PRESIDENTE



Ing. Alberto Manzur.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Holger Cevallos.
VOCAL



Ing. Damián Larco.
VOCAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA

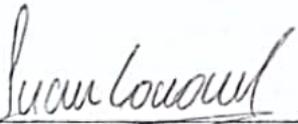
INV. N.º. ELET-IN-127-1

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"



Miguel Angel Arreaga Medina



Iván Ariolfo Coronel Pérez

RESUMEN

La planta de cemento Cerro Blanco perteneciente a la compañía Holcim Group, asentada en el Km. 18 de la vía Guayaquil-Salinas, produce aproximadamente tres millones de toneladas métricas de cemento al año, la gran demanda del mismo hace necesario que la empresa cuente con diferentes líneas de procesos, optimizando de esta manera la producción del cemento el cual se distribuye en el medio en sacos de 50 Kg.

Entre los diferentes procesos se encuentra el de transportación del producto y es en este punto en el cual desarrollamos el trabajo de esta tesis, la misma tiene por objeto diseñar un sistema automático para operar dicha línea de transporte, empezando en los silos de almacenamiento al granel hasta las máquinas envasadoras desde donde se lo despacha al mercado de consumo.

La automatización permitirá a la empresa una operación más veloz y estable del transporte del producto, así como registrar, vigilar y monitorear de una manera rápida, en tiempo real e histórico los parámetros principales del proceso.

En el diseño de este sistema de automatización "SCADA" se selecciona un controlador lógico programable (PLC), con su respectivo software el cual posibilita programar todas las secuencias de funcionamiento necesarias para operar la línea de transporte de una manera optimizada; además mediante el uso de un software de automatización industrial se elabora el interfaz hombre-máquina (HMI), el cual permitirá operar todos los elementos de campo desde un computador ubicado en el cuarto de control central.

En este trabajo de tesis se realiza además un análisis de los tipos de redes de comunicación de datos utilizadas para el monitoreo y control del proceso, así como también de los protocolos de comunicación empleados, procurando de esta manera un material adicional en lo referente a modos de transmisión de data, siendo este un tema muy importante actualmente en lo que a sistemas de automatización se refiere.

También se abordarán aspectos de programación del PLC, así como consideraciones en la elaboración del HMI desde el un punto de vista de un desarrollador de aplicaciones para sistemas de automatización.

Las pruebas de funcionamiento del sistema se las realizó con la ayuda de simuladores capaces de crear todas las condiciones de operación del sistema en sitio, logrando de esta manera recrear de una mejor forma el funcionamiento de sensores, motores, actuadores, bandas transportadoras y demás elementos presentes en la línea de proceso.

INDICE GENERAL

| | |
|---|----------|
| RESUMEN..... | VI |
| INDICE GENERAL..... | VIII |
| LISTA DE FIGURAS..... | XIII |
| LISTA DE TABLAS..... | XIV |
| ABREVIATURAS..... | XV |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| | |
| CAPITULO I: ELABORACION Y TRANSPORTE DE CEMENTO EN LA PLANTA..... | 4 |
| 1.1 ELABORACIÓN Y COMPOSICIÓN DEL CEMENTO..... | 4 |
| 1.2 TRANSPORTE DE CEMENTO EN LA PLANTA..... | 6 |
| | |
| CAPITULO 2: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CEMENTO..... | 9 |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS..... | 9 |
| 2.1.1 SILOS DE ALMACENAMIENTO..... | 9 |
| 2.1.2 AERODESLIZADORES DE TRANSPORTE..... | 12 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.1.3 | ELEVADORES DE CANGILONES..... | 14 |
| 2.1.4 | FILTROS DE DESEMPOLVADOS..... | 16 |
| 2.1.5 | SEPARADORES DE FINURAS..... | 19 |
| 2.1.6 | TRANSPORTADORES TIPO GUSANO..... | 21 |
| 2.2 | DESCRIPCIÓN DEL TRANSPORTE DESDE LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO HACIA ENVASADORAS..... | 23 |
| 2.2.1 | EXTRACCIÓN SISTEMAS “IBAU“..... | 24 |
| 2.2.2 | RUTAS DE TRANSPORTE..... | 26 |
| 2.2.3 | RECIRCULACIÓN DE CEMENTO..... | 28 |
| CAPITULO 3: DISEÑO DE LA SECUENCIA DE CONTROL DEL PROCESO | | 31 |
| 3.1 | LAYOUT DEL SISTEMA DE TRANSPORTE..... | 35 |
| 3.1.1 | CODIFICACIÓN DE EQUIPOS..... | 42 |
| 3.2 | RECIRCULACIÓN DE CEMENTO..... | 47 |
| 3.2.1 | DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN..... | 47 |
| 3.2.2 | ARRANQUE DE PROCESO..... | 52 |
| 3.2.3 | PARADA NORMAL DE PROCESO..... | 56 |
| 3.2.4 | PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA..... | 69 |
| 3.3 | RUTAS DE TRANSPORTE..... | 61 |
| 3.3.1 | DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN..... | 61 |
| 3.3.2 | ARRANQUE DE PROCESO..... | 65 |
| 3.3.3 | PARADA NORMAL DE PROCESO..... | 69 |
| 3.3.4 | PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA..... | 73 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.4 | SISTEMAS IBAU..... | 75 |
| 3.4.1 | DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS INSTRUMENTACIÓN..... | 76 |
| 3.4.2 | ARRANQUE DE PROCESO..... | 82 |
| 3.4.3 | PARADA NORMAL DE PROCESO..... | 86 |
| 3.4.4 | PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA..... | 89 |
| | | |
| CAPITULO 4: OPERACIÓN Y EJECUCION DEL SISTEMA UTILIZANDO EL HMI..... | | 91 |
| 4.1 | CARACTERÍSTICAS DEL INTOUCH 9.5..... | 92 |
| 4.1.1 | BENEFICIOS DEL INTOUCH 9.5 EN LA AUTOMATIZACIÓN.... | 93 |
| 4.1.2 | REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA Y LICENCIAS..... | 95 |
| 4.1.3 | AMBIENTE DE DESARROLLO Y DE EJECUCIÓN..... | 97 |
| 4.1.4 | TENDENCIAS REALES E HISTÓRICAS..... | 98 |
| 4.2 | ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL SISTEMA. | 100 |
| 4.2.1 | CONSIDERACIONES EN EL DESARROLLO DEL HMI..... | 102 |
| 4.2.2 | PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN..... | 104 |
| 4.2.3 | CONVENCIONES USADAS. | 110 |
| 4.2.4 | ELABORACIÓN DE REPORTES Y ALARMAS..... | 112 |
| 4.3 | OPERACIÓN DEL PROCESO DESDE EL HMI..... | 114 |
| 4.3.1 | RECIRCULACIÓN DE CEMENTO..... | 119 |
| 4.3.2 | SELECCIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE..... | 123 |
| 4.3.3 | EXTRACCIÓN DESDE LOS SISTEMAS IBAU..... | 130 |
| 4.3.4 | REPORTES DIARIOS..... | 134 |

| | |
|---|------------|
| CAPITULO 5: SELECCIÓN, CONFIGURACION Y PROGRAMACION DEL PLC..... | 136 |
| 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PLC´S SELECCIONADOS..... | 137 |
| 5.1.1 FUNCIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PLC..... | 139 |
| 5.1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS..... | 144 |
| 5.1.3 TARJETAS DE ENTRADAS Y SALIDAS..... | 149 |
| 5.2 CONCEPT 2.6: SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN. | 155 |
| 5.2.1 CARACTERISTICAS Y BONDADES..... | 155 |
| 5.2.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN..... | 159 |
| 5.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC..... | 163 |
| 5.3.1 CONFIGURACIÓN DEL PLC..... | 165 |
| 5.3.2 VARIABLES DE PROGRAMACIÓN..... | 170 |
| 5.3.3 SECCIONES DEL PROGRAMA..... | 174 |
| 5.3.4 CONDICIONES DE PROGRAMACIÓN..... | 176 |
| 5.3.5 BLOQUES DFB EMPLEADOS..... | 180 |
| | |
| CAPITULO 6: COMUNICACIÓN..... | 189 |
| 6.1 TIPOS DE REDES DE COMUNICACIÓN PARA LOS PLC QUANTUM..... | 190 |
| 6.1.1 COMUNICACIÓN ENTRE PC Y PLC..... | 193 |
| 6.1.2 COMUNICACIÓN ENTRE TARJETAS DE E/S..... | 198 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 6.2 | RED MODBUS+..... | 203 |
| 6.2.1 | CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE COMUNICACIÓN..... | 205 |
| 6.2.2 | COMPONENTES..... | 208 XII |
| 6.2.3 | TOPOLOGÍA UTILIZADA EN EL SISTEMA..... | |
| 6.2.4 | CONSIDERACIONES EN LA INSTALACIÓN DE UNA RED MB+..... | 215 |
| 6.3 | RED REMOTA “RIO”..... | 218 |
| 6.3.1 | COMPONENTES..... | 222 |
| 6.3.2 | TOPOLOGÍA UTILIZADA EN EL SISTEMA..... | 225 |
| 6.3.3 | CONSIDERACIONES EN LA INSTALACIÓN DE UNA RED RIO..... | 230 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

ANEXO A INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

ANEXO B PLANOS ELÉCTRICOS DE EQUIPOS

ANEXO C DATOS TÉCNICOS DE TARJETAS DEL PLC

ANEXO D DETALLE DE VARIABLES DE ENTRADAS Y SALIDAS

ANEXO E PROGRAMA EN FBD DEL SISTEMA

BIBLIOGRAFIA

LISTA DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|--|---------------|
| 1.1 | Etapas del proceso de transporte..... | 8 |
| 2.1 | Silo de mezclado continuo..... | 10 |
| 2.2 | Aerodeslizadores o canalón..... | 12 |
| 2.3 | Elevador de Cangilones..... | 15 |
| 2.4 | Filtro de desempolvado..... | 18 |
| 2.5 | Separador de finuras..... | 20 |
| 2.6 | Transportador tipo gusano..... | 22 |
| 2.7 | Extracción de cemento..... | 24 |
| 2.8 | Recuperación de cemento | 29 |
| 3.1 | Layout de transporte..... | 36 |
| 3.2 | Disposición equipos del área de recirculación..... | 47 |
| 3.3 | Arranque de recirculación de material..... | 53 |
| 3.4 | Parada de recirculación de material..... | 57 |
| 3.5 | Disposición de equipos área de transporte..... | 62 |
| 3.6 | Arranque del transporte de material hacia las envasadoras..... | 67 |
| 3.7 | Parada del transporte de material hacia las envasadoras..... | 72 |
| 3.8 | Disposición de equipos del área de extracción..... | 77 |
| 3.9 | Arranque del sistema de extracción de silos..... | 84 |
| 3.10 | Parada del sistema de extracción de silos..... | 88 |
| 4.1 | Pantalla de ingreso y seguridad del sistema..... | 115 |
| 4.2 | Menú de Navegación Principal..... | 116 |
| 4.3 | Pantalla de alarmas..... | 117 |
| 4.4 | Pantalla de Comunicación..... | 118 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.5 | Pantalla de recirculación de cemento..... | 121 |
| 4.6 | Menú de arranque de recirculación..... | 120 |
| 4.7 | Submenú de arranque Recirculación..... | 121 |
| 4.8 | Status de Maquina de Recirculación..... | 122 |
| 4.9 | Pantalla de transporte de cemento..... | 123 |
| 4.10 | Sub menú de información de transporte..... | 124 |
| 4.11 | Selección de motor del elevador de Cangilones..... | 124 |
| 4.12 | Ingreso al menú de Selección..... | 125 |
| 4.13 | Selección y arranque de transporte..... | 127 |
| 4.14 | Status del sistema de Extracción de silos..... | 129 |
| 4.15 | Parámetros Válvula Dosificadora..... | 130 |
| 4.16 | Pantalla de extracción de Cemento..... | 131 |
| 4.17 | Menú de arranque de extracción..... | 132 |
| 4.18 | Sub menú de arranque de filtro..... | 134 |
| 4.19 | Sub menú de arranque de extracción de producto..... | 133 |
| 4.20 | Pantalla de reportes manual..... | 137 |
| 4.21 | Reporte diarios automatizo en Excel..... | 135 |
| 5.1 | PLC Básico..... | 139 |
| 5.2 | Arquitectura de PLC..... | 144 |
| 5.3 | Llave MB+..... | 146 |
| 5.4 | Módulos Quantum montados en Backplane..... | 148 |
| 5.5 | Característica "HOT SWAP" de los módulos Quantum..... | 150 |
| 5.6 | Conexión de sensores a modulo de entrada..... | 152 |
| 5.7 | Conexión de actuadores a módulo de salida..... | 153 |
| 5.8 | Monitoreo en Concept | 157 |
| 5.9 | Simulador de Concept..... | 158 |
| 5.10 | Lenguaje FBD..... | 159 |
| 5.11 | Lenguaje LD..... | 160 |
| 5.12 | Lenguaje IL..... | 161 |
| 5.13 | Lenguaje ST..... | 162 |
| 5.14 | Lenguaje SFC..... | 162 |
| 5.15 | Diagrama de Proyecto..... | 164 |
| 5.16 | Director de Configuración del PLC..... | 166 |
| 5.17 | Selección de la CPU..... | 167 |

| | | |
|------|--|-----|
| 5.18 | Mapa de Drops de E/S..... | 169 |
| 5.19 | Diagrama de E/S..... | 170 |
| 5.20 | Configuración de drop..... | 171 |
| 5.21 | Selección de módulos..... | 171 |
| 5.22 | Parámetros de señales..... | 172 |
| 5.23 | Nueva sección de Programa..... | 174 |
| 5.24 | Explorador de proyecto..... | 175 |
| 5.25 | Paso 1 EXECLoader..... | 177 |
| 5.26 | Paso 2 EXECLoader..... | 177 |
| 5.27 | Paso 3 EXECLoader..... | 178 |
| 5.28 | Paso 4 EXECLoader..... | 179 |
| 5.29 | Redes de Programación del PLC..... | 179 |
| 5.30 | Bloque de Función Derivado (DFB)..... | 180 |
| 5.31 | Bloque DFB Motor..... | 181 |
| 5.32 | Bloque DFB SCALE_1..... | 182 |
| 5.33 | Bloque de accionamiento de válvulas de extracción..... | 185 |
| 5.34 | Bloque de Inductivo..... | 186 |
| 5.35 | Temporización ON Delay y de Pulso..... | 187 |
| 5.36 | Bloque Alarma de estatus de equipo..... | 188 |
| 6.1 | Conexión Modbus punto a punto..... | 194 |
| 6.2 | Red Ethernet de PLC's..... | 197 |
| 6.3 | Arquitectura Local I/O..... | 201 |
| 6.4 | Arquitectura DIO..... | 202 |
| 6.5 | Sección MB+ Standard..... | 204 |
| 6.6 | Secuencia en dos redes MB+..... | 207 |
| 6.7 | Red ModBus Plus..... | 213 |
| 6.8 | Tarjeta MB+..... | 214 |
| 6.9 | Cable y Conector de Red MB+..... | 215 |
| 6.10 | Red RIO Standard..... | 220 |
| 6.11 | Red de Cable único..... | 225 |
| 6.12 | Red Redundante..... | 226 |
| 6.13 | Red de Cable dual..... | 227 |
| 6.14 | Spliter y conector de Red RIO..... | 228 |
| 6.15 | Red RIO..... | 229 |

LISTA DE TABLAS

| Tabla | | Página |
|--------------|--|---------------|
| I. | Código de Área de Ensacado..... | 43 |
| II. | Unidad de Activo..... | 44 |
| III. | Medición del componente..... | 45 |
| IV. | Señales de control elevador de cangilones | 46 |
| V. | Listado de instrumentación de cada equipo recirculación..... | 49 |
| VI. | Condición de falla por equipo recirculación..... | 59 |
| VII. | Instrumentación de cada equipo área de transporte | 63 |
| VIII. | Condición de falla por equipo transporte..... | 73 |
| IX. | Instrumentación de cada equipo extracción silo 1..... | 78 |
| X. | Instrumentación equipo falla extracción silo..... | 89 |
| XI. | Características de la CPU utilizada..... | 147 |

ABREVIATURAS

| | |
|-------|---------------------------------------|
| AC/DC | Corriente Alterna/ Corriente Continua |
| C (t) | Variable controlada |
| CPU | Unidad Central de proceso |
| Hz | Hertz |
| I/O | Entrada/Salida |
| kW | Kilowatts |
| mA | Miliamperios |
| NA | Normalmente Abierto |
| NC | Normalmente Cerrado |
| Ph | Fase |
| PC | Computadora Personal |
| PLC | Controlador Lógico Programable |
| RPM | Revoluciones por minuto |
| RTD | Termómetros de Resistencias |
| °C | Grados Centígrados |
| HMI | Interfase Hombre Maquina |
| MB+ | Modbus plus |
| UPS | Unidad de respaldo de energía |
| VAC | Voltaje Corriente Alterno |
| VDC | Voltaje Corriente Directo |
| TM | Tonelada métrica. |

INTRODUCCION

La automatización permite a las empresas la modernización y reconversión necesaria de toda su maquinaria industrial, posibilitándole competir adecuadamente en el mercado, al aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto, disminuir los riesgos, mejorar el ambiente de trabajo y reducir los niveles de contaminación durante sus procesos de producción, todo esto encaminado a lograr beneficios económicos y laborales.

Otra de las ventajas al realizar la automatización del proceso es la posibilidad de controlar y monitorear casi en su totalidad la operación desde una estación central, facilitando la supervisión de los parámetros involucrados y además reduciendo la exposición directa del personal de planta a agentes que pueden resultar nocivos para la salud de los trabajadores.

Los procesos son de naturaleza dinámica, en ellos siempre ocurren cambios y si no se toman las acciones pertinentes, como el control de las variables de proceso, esto se verá reflejado en una disminución de la calidad del producto final. El objetivo de la automatización de procesos es mantener en determinado valor de operación las variables del proceso tales como temperaturas, presiones, flujos, etc., buscando siempre el mínimo error.

En base a la importancia del tema antes sintetizado nos hemos propuesto realizar un sistema automatizado de una parte del proceso de producción de una planta de cemento, el cual es el del transporte del producto desde los silos de almacenamiento hasta las máquinas ensacadoras.

Aproximadamente el 80% de las operaciones que se realizan en la producción de cemento son las de transportación de materias primas y de producto terminado. Este trabajo de tesis comprende el desarrollo de un sistema "SCADA" que será utilizado para el control de los elementos que se involucran en el proceso de transporte del cemento; también contempla la implementación de una red de comunicación que posibilite la transmisión de datos en tiempo real satisfaciendo la necesidad de tener un control ágil sobre la línea de operación y un monitoreo confiable de las variables más relevantes del sistema.

En los primeros capítulos de esta tesis se describirá paso a paso el proceso con la finalidad de que el lector se vaya ubicando gradualmente en el sector físico a automatizar; se realizará una descripción detallada de todos los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que involucran el proceso, se complementará esta información con esquemas y dibujos en autocad, ayudando así al lector a una mayor y rápida comprensión.

En los siguientes capítulos se especificarán los puntos críticos del transporte y las secuencias lógicas de funcionamiento en condiciones normales y en modo de falla en las cuales nos hemos basado para el desarrollo del diseño del sistema de control y monitoreo del proceso.

La cantidad y el tipo de variables operacionales son el punto de partida para la selección y configuración del PLC QUANTUM, el mismo que pertenece a la línea Modicon de Schneider Electric. Además se hizo necesario el aprendizaje del software Concept versión 2.6, utilizado para la programación del controlador, la misma que se detalla en el capítulo 5 y que estamos seguros que ayudará al lector a entender los principios básicos de la configuración y programación de esta línea de PLC's.

Como interfaz Hombre-Máquina este sistema emplea el software de automatización industrial intouch versión 9.5 de Wonderware, el cual es el HMI más utilizado en industrias de todo tipo dentro y fuera del país. Además con la ayuda de los conocimientos adquiridos sobre este software en el Laboratorio de Automatización de la FIEC, se elaborarán reportes en Excel de las variables más relevantes del sistema.

Capítulo aparte merece la red de comunicación de datos, en donde se analizarán las consideraciones necesarias para optar por este tipo de redes y las ventajas y beneficios que se consiguen al ser uso de las mismas.

CAPITULO I

ELABORACION Y TRANSPORTE DEL CEMENTO

1.1 ELABORACION Y COMPOSICION DEL CEMENTO.

Las materias primas para la elaboración del cemento son:

- Piedra caliza
- Arcilla
- Arena ferrosa
- Bauxita

La piedra caliza se la obtiene de las canteras ubicadas en la planta misma, una vez extraída es sometida a una doble trituración. La trituración primaria reduce la caliza del tamaño inicial de hasta 1.5 metros a unos 25 cm., a una velocidad de 1500 toneladas por hora, la segunda trituración reduce finalmente la caliza a 10 cm. aproximadamente.

Después de la trituración, la piedra caliza es sometida a un proceso de pre-homogenización, en el cual se le agrega proporcionalmente otro componente del crudo, la puzolana.

La composición de los materiales expresada en porcentaje de peso para la caliza es:

| | | |
|----------|------------------------------|-----|
| Calcita | CaCO_3 | 90% |
| Dolomita | $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ | 5% |
| Cuarzo | SiO_2 | 5% |

Los otros componentes del crudo tales como bauxita, arcilla, arena ferrosa y fluorita, después de triturados, se almacenan para su posterior combinación con la piedra caliza en la preparación del crudo.

La caliza, las arcillas y la arena ferrosa son dosificadas y transportadas a través de las tolvas de alimentación al molino vertical con una capacidad de 380 toneladas de crudo por hora.

En el molino los materiales son pulverizados por acción de la presión ejercida por los rodillos sobre la mesa giratoria. El producto es simultáneamente secado por los gases calientes provenientes de los hornos, los cuales además transportan el polvo a través de un separador de alta eficiencia y a los ciclones, donde es separado y enviado a los silos de homogenización y almacenamiento de crudo.

En hornos rotatorios se realiza el proceso de clinkerización, el cual requiere temperaturas de hasta 1450 grados centígrados, convirtiendo el crudo en un producto que posee las características básicas del cemento: el clinker.

Por convención la composición química de los materiales involucrados en la producción del clinker y en la fabricación del cemento en general son expresados en porcentaje en peso de óxidos.

La composición de los materiales expresada en porcentaje de peso para el clinker después de su elaboración es:

| | | |
|-----------|---------|-----|
| Alita | C_3S | 58% |
| Belita | C_2S | 23% |
| Aluminato | C_3A | 9% |
| Ferrita | C_4AF | 7% |

| | | |
|-----------|--------------------------------|----|
| Periclase | mgo | 1% |
| Arcanite | K ₂ SO ₄ | 1% |
| Cal libre | cao | 1% |

Después de que el clinker ha sido premolido en la prensa entra a la última etapa del proceso y se le añade al clinker yeso, limolita y puzolana. Todo el material es transportado a tolvas de alimentación desde las cuales son dosificados con precisión a los molinos tubulares.

El circuito de molienda comprende separadores de alta eficiencia que garantizan la finura y calidad del cemento molido. Finalmente es transportado a los silos de almacenamiento de cemento.

La planta cuenta con silos de almacenamiento con una capacidad total de 40.000 toneladas. Aproximadamente el 85% del cemento producido es despachado en sacos de 50 Kg. utilizando 4 máquinas ensacadoras automáticas de tipo rotatorio. El resto de cemento producido es despachado al granel en tanqueros especiales.

El cemento que se comercializa en mayor cantidad en el mercado se lo conoce como tipo "1P PORTLAND" , aunque se fabrica otros tipos de cemento de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

1.2 TRANSPORTE DE CEMENTO EN HOLCIM

Una vez concluido el proceso de elaboración el cemento es transportado a silos de almacenamiento al granel, la extracción del producto y su posterior enrutamiento de transporte hasta llegar a las máquinas ensacadoras implican la interacción de muchos elementos de campo, por lo que se hace necesario el estudio previo del funcionamiento de cada uno de los elementos antes mencionados. Se presenta un primer

esquema introductorio (Figura 1.1) en el cual se pueden apreciar las tres etapas involucradas en el proceso de transporte; en lo posterior se realizará una descripción más detallada de cada una de ellas.

Mediante un sistema conocido como IBAU se extrae el cemento en los cuatro silos de almacenamiento, a esta primera etapa del proceso se la conoce como EXTRACCION, la misma cuenta con el uso de un gran número de elementos como compresores de aire, ventiladores, válvulas, etc. Destinadas a facilitar la circulación del cemento.

Luego el cemento es transportado por diferentes rutas, siendo empleados para este objeto elementos tales como canalones de transportación, transportadoras tipo gusano, etc. Con el fin de agilizar el transporte y enrutamiento del producto, a esta etapa del proceso se la llama TRANSPORTE. El cemento al ser transportado se esparce en el ambiente en forma de polvo por lo que se hace necesario el uso de filtros de desempolvados para contrarrestar este problema, existe la posibilidad también de que se produzcan derrames de producto, la etapa en donde se manejan los equipos destinados a la solución de este tipo de inconvenientes es conocida como etapa de RECIRCULACION.

Lo anterior es un breve detalle de las tres etapas del proceso, y lo exponemos como una introducción para que el lector se vaya familiarizando con el proceso total, la intención es estudiarlos cada uno por separado y luego describir como interactúan los tres procesos de una manera encadenada. En las tres etapas se operan equipos eléctricos, electrónicos y neumáticos los cuales serán descritos mas adelante.

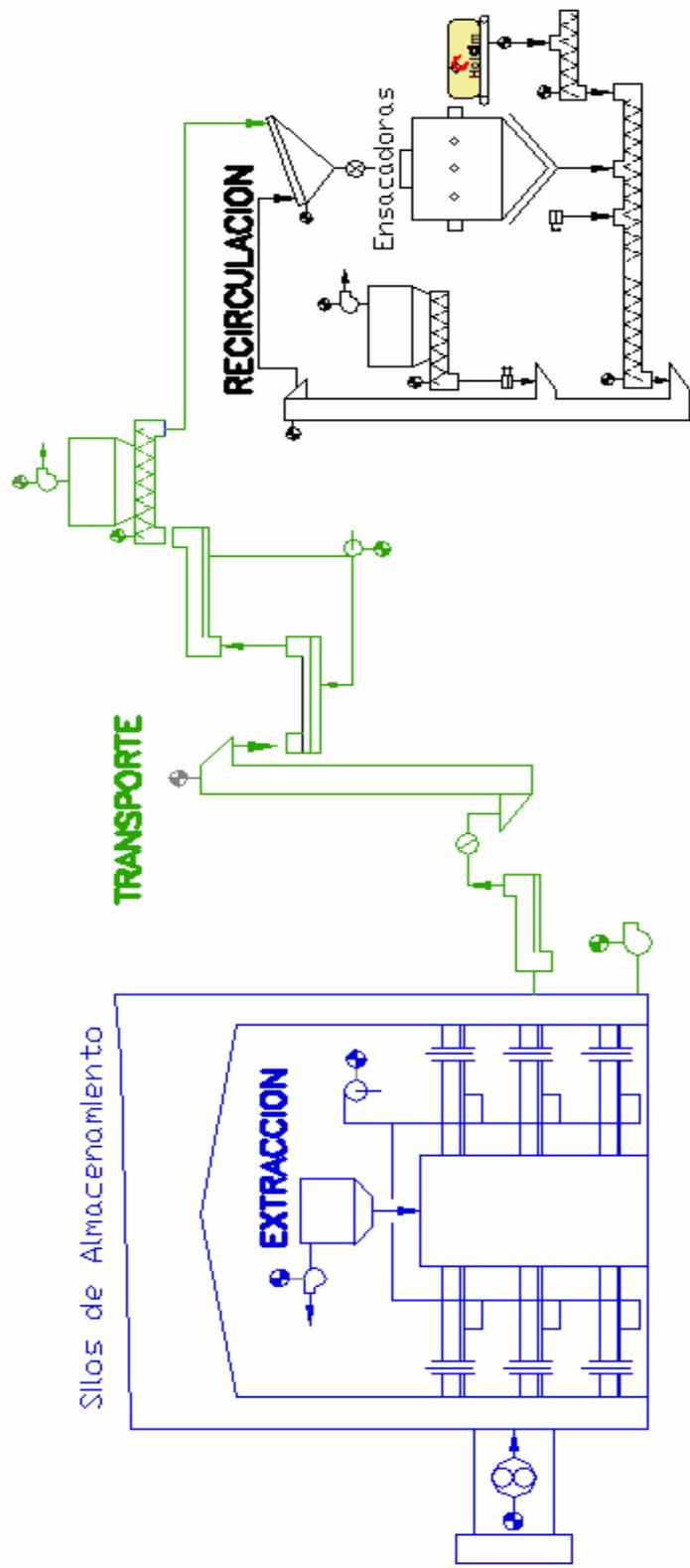


Figura 1.1 Etapas del proceso de transporte

CAPITULO II

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE CEMENTO

El sistema de almacenamiento y transporte de cemento consta de diferentes áreas y equipos, los cuales facilitan y optimizan la labor de almacenaje del producto, en el caso de los sistemas IBAU; y agilitan el transporte en el caso de los canalones, elevadores, transportadores tipo gusano, cribas vibratorias, etc., Antes de involucrarnos directamente con el proceso hemos creído conveniente hacer una descripción previa del funcionamiento general de cada uno de los equipos antes mencionados con el fin de familiarizarnos con cada uno de ellos; en la segunda parte del capítulo se hace una descripción general e introductoria de cada una de las áreas involucradas en el proceso.

2.1 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS.

2.1.1 SILOS DE ALMACENAMIENTO.

Los diferentes tipos de silos utilizados en la homogenización y/o almacenamiento del crudo o cemento se agrupan dentro de las siguientes categorías:

- Silos de homogeneización por fluidización.
- Silos de mezclado continuo.
- Silos multi-cámara.

En el caso del almacenamiento para el producto terminado se utilizan los silos de mezclado continuo.

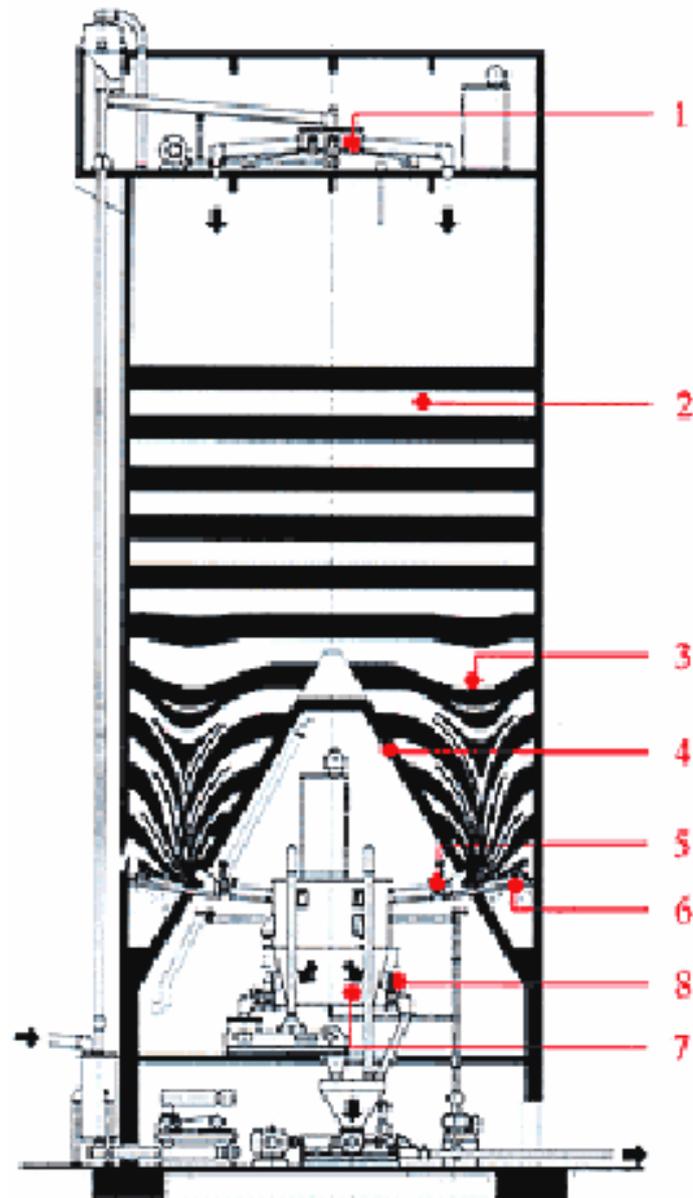


Figura 2.1 Silo de mezclado continuo.

1. Distribuidor paralelo.
2. Capas de materiales.
3. Embudo.
4. Cono central.
5. Puerta de control silo-aerodeslizadores.
6. Fondo anular de aireación.
7. Tolva de convergencia.
8. Puerta de control tolva-aerodeslizadores.
9. Canalones.

El silo de cono invertido representa el concepto puro del flujo de cemento por aprovechamiento de la gravedad. Está equipado con una cubierta en forma de cono invertido en la parte central del fondo del silo. El diseño de alimentación a la tolva permite el ingreso de aire en el fondo anular, evitando así la acumulación del material en los brazos de salida del silo, y de la alimentación hacia la tolva por accionamientos de válvulas neumáticas en forma secuencial.

2.1.2 AERODESLIZADORES DE TRANSPORTE.

Los canalones son dispositivos que se utilizan para transportar cemento sin pérdidas debido a su estructura cerrada, consta de un tejido rígido permeable al aire. La figura 2.2 muestra las partes básicas de un aerodeslizador o canalón de cemento.

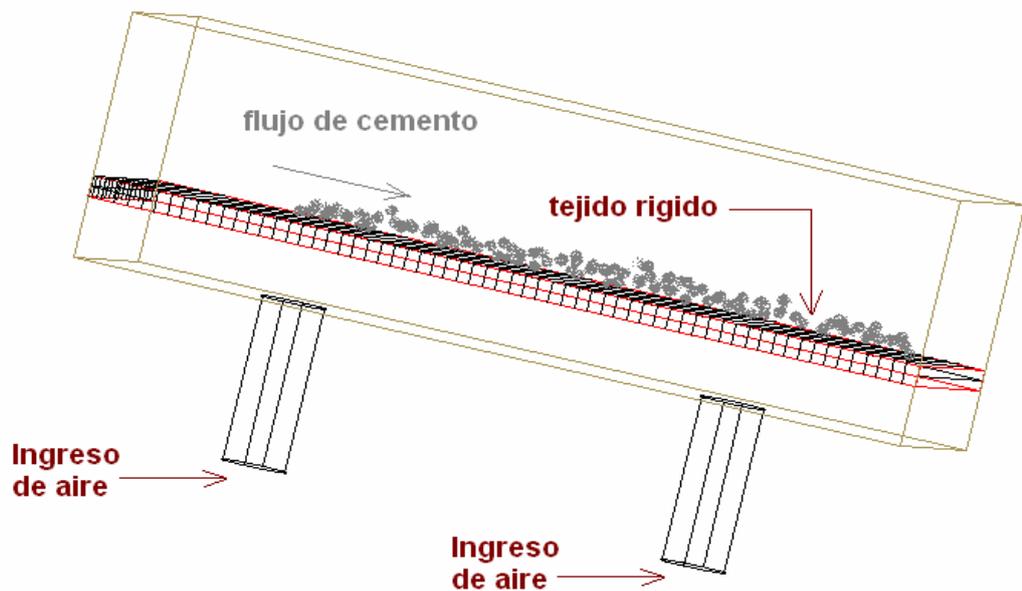


Figura 2.2 Aerodeslizador o canalón.

Los canalones son hechos en base a hierro negro, son transversalmente divididos en dos partes: la parte superior donde se transporta el cemento sobre el tejido rígido, y la parte inferior donde se ingresa el aire con una presión aproximada de 100 PSI, la cual es dada por el compresor ventilador o compresor de tipo paleta, el aire se introduce apuntando en la misma dirección a la que debe ir el cemento, además el canalón debe tener una inclinación para facilitar el transporte.

Compresor de paletas.- El compresor de paletas, basado en una tecnología tradicional y experimentada, se mueve a una velocidad muy baja (1.450 RPM), lo que le otorga una fiabilidad sin precedentes. El rotor, la única pieza en movimiento constante, dispone de una serie de ranuras con paletas deslizantes que se desplazan sobre una capa de aceite.

El rotor gira en el interior de un estator cilíndrico. Durante la rotación, la fuerza centrífuga extrae las paletas de las ranuras para formar células individuales de compresión. La rotación reduce el volumen de la célula y aumenta la presión del aire. Los compresores de paletas operan entre 1,1 y 75 kW produciendo presiones de trabajo entre 101 y 145 PSI

Tejido rígido o permeable al aire.- Los tejidos permeables al aire se utilizan en diversos campos de la industria, se emplean en equipos y plantas con cintas transportadoras neumáticas, canalones de transporte, etc. para descarga y homogenización de los productos granulados o en forma de polvo. Los tejidos pueden emplearse en escalas de temperaturas que van desde los -60°C hasta los 300°C , presentando algunos de ellos especial resistencia a los productos alcalinos y ácidos. Cuando surgen problemas con cargas electrostáticas, existe la posibilidad de emplear hilos de poliéster con fibras antiestáticas, para reducir el efecto de dichas cargas, evitando posibles explosiones con los polvos del producto.

Los tejidos están confeccionados con fibras suaves 100% sintéticas, por lo cual no hay absorción de humedad, no se endurecen, presentan resistencia a la descomposición, no hay formación de bacterias ni hongos.

2.1.3 ELEVADORES DE CANGILONES.

Como medio de transporte mecánico vertical, los elevadores de cangilones han llegado a ser indispensables dentro de las secuencias de producción en muchos campos de la industria. Su diseño vertical ahorra valioso espacio en el terreno, y la construcción antiadherente de sus diferentes partes provee una larga vida de servicio. Hay dos tipos diferentes de elevadores de cangilones: elevadores de cadena o elevadores de correa. El utilizado en nuestro sistema es el primero en mención. Fig. 2.3

Características principales de los elevadores de cadena

- Consta de una cadena de acero sin rodillos, especial para trabajo pesado.
- Los cangilones están montados con sus respaldos sobre cadenas continuas.
- El material es alimentado directamente dentro de los cangilones para minimizar la excavación.
- Los cangilones son vaciados por fuerza centrífuga a medida que pasan por la rueda del cabezal (parte superior).
- El diseño adecuadamente balanceado relaciona la velocidad y el espaciamiento entre cangilones para lograr una trayectoria adecuada que asegura una descarga completa.
- Es óptimo para el manejo de materiales de libre flujo de hasta 2" de tamaño.
- Un elevador que transporta, 150 Tm / H, requiere un motor cuya potencia es de 100 HP.

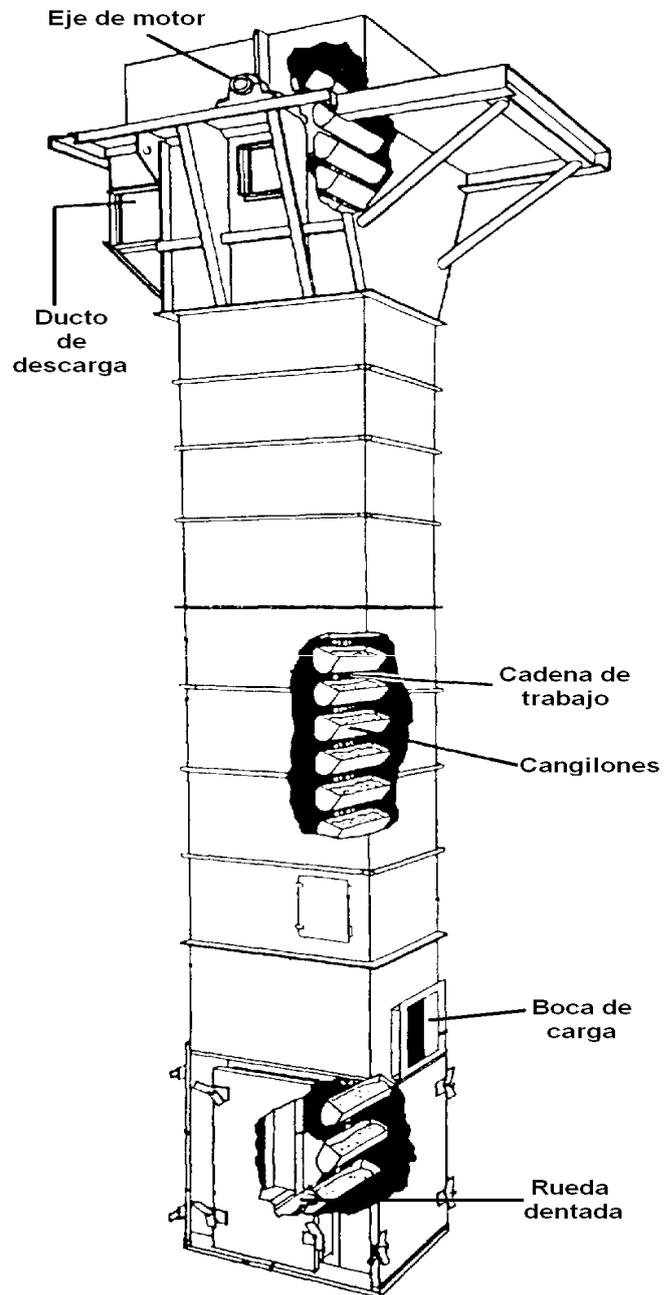


Figura 2.3 Elevador de Cangilones

2.1.4 FILTROS DE DESEMPOLVADO.

En la fabricación, transporte y almacenaje de cemento se generan grandes cantidades de material sólido, a menudo en estado seco y pulverizado.

Por razones de protección del medio ambiente, seguridad, higiene del trabajo, índice del desgaste del equipo y ahorro de dinero, es urgente recolectar el polvo y recircularlo de nuevo a la línea principal del transporte por lo que es necesario contar con sistemas de desempolvado.

Los principales equipos que generan la mayor cantidad de polvo de cemento son las siguientes:

1. Cintas transportadoras.
2. Base de elevadores.
3. Descarga de elevador.
4. Cribas vibratorias.
5. Tolvas de alimentación.
6. Maquinas envasadoras parte superior.
7. Maquinas envasadoras parte inferior.
8. Toma de sacos en cinta transportadora.
9. Unidad de limpieza de sacos.

Funcionamiento de los sistemas colectores de polvo.- La cubierta polvo tiene tres secciones.

La primera sección es una cavidad de donde es extraído el aire limpio por medio de un extractor conectado a la parte superior, esta cavidad contiene varios cilindros los cuales tienen en su

interior bolsas-filtro internas que impiden el paso del aire contaminado con partículas de polvo.

En la segunda sección el aire contaminado de polvo entra en el colector a través de un difusor, el cuál amortigua el impacto de las partículas de polvo de la alta velocidad, distribuye el aire cargado de polvo, y reduce su velocidad. La velocidad lenta del aire causa que las partículas más pesadas caigan en el fondo de la tolva. Los flujos del polvo fino se depositan en las unidades de filtrado, y el aire limpio continúa hacia los extractores para después expulsado a la atmósfera.

En la tercera sección los elementos filtrantes son limpiados por un momentáneo pulso de alta presión de aire comprimido que proviene del la parte limpia del elemento filtrante. Una presión diferenciada (entre los lados de la galga limpia y sucia) ayuda a determinar la frecuencia de la limpieza.

Un contador de pulso mide el tiempo de los ciclos de limpieza para desalojar con eficacia el polvo acumulado en los filtros. La figura 2.4 denota las principales partes de un filtro.

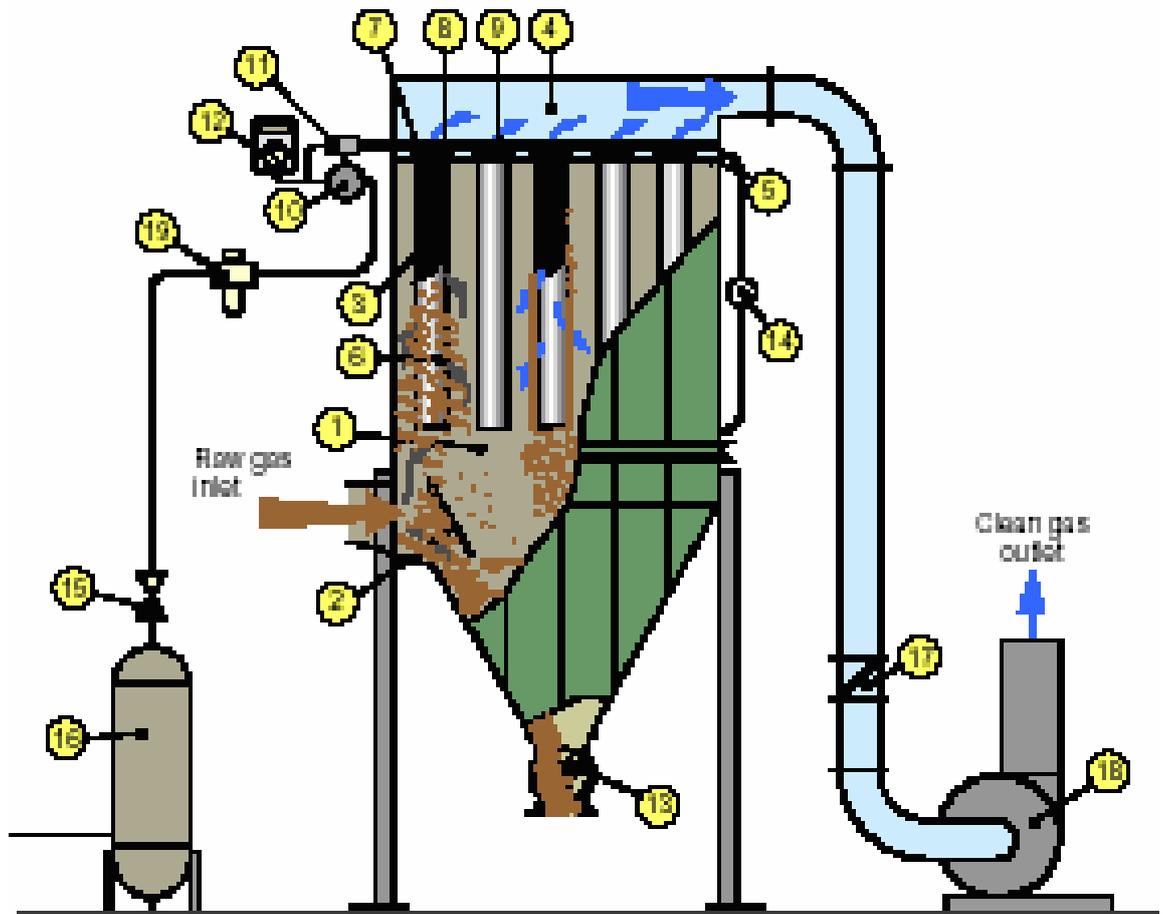


Figura 2.4 Filtro de desempolvado.

1. Polvo contaminado con aire.
2. Difusor de polvo.
3. Jaula cilíndrica de filtrado.
4. Salida de aire limpio.
5. Separador cámara limpia.
6. Funda de filtrado.
7. Tubo Venturi.
8. Anillo de fijación.
9. Tubo de alta presión.
10. Válvula de ingreso de aire.

11. Actuadores de válvulas.
12. Contador de tiempo por pulso.
13. Válvula rotatoria.
14. Galga de presión diferencial.
15. Válvula de cierre.
16. Tanque de aire comprimido.
17. Válvula reguladora de aire.
18. Ventilador extractor.
19. Filtro regulador de presión.

2.1.5 SEPARADOR DE FINURAS.

La cribas vibratorias o separadores de finuras se encuentran instaladas en varias áreas de la planta, en el área de trituración su función principal es hacer una selección del tamaño del producto según su diámetro, en el área de envasado la recirculación de cemento cumple la función de sacar cualquier clase de escorias que se encuentren en el sistema. Aunque el cemento ha pasado por un tratamiento exhausto de molienda, no esta libre de cualquier contaminación cuando es transportado.

Los separadores de finuras están diseñados para cernir una amplia variedad de materiales que se encuentran comúnmente en la piedra triturada, arena y grava, piedra caliza, elementos químicos, fertilizantes, fosfatos, oro, carbón y otros materiales utilizados en industrias mineras.

El mismo para su accionamiento consta de un motor conectado a un eje central que con la ayuda de dos cojinetes logran realizar un movimiento circular. La acción del movimiento circular

ha demostrado ser muy efectiva en el movimiento de materiales gruesos hacia la parte superior de la bancada para que las partículas más finas y cercanas a la malla puedan pasar a través de las aberturas de la criba. Para lograr mayor versatilidad, el modelo ofrece una, dos o tres plataformas de cribado, y está diseñada para brindar separaciones de partículas de tamaños entre 12 a 1/8 pulgadas.

Las cribas vibratorias generalmente, se instalan en un ángulo de 15 a 25 grados y operan a velocidades de 750 a 1050 r.p.m. La figura 2.5 muestra una zaranda con su motor acoplado.



Figura 2.5 Separador de finuras.

2.1.6 TRANSPORTADORES TIPO GUSANO.

Se los conoce también como transportadores de tornillo o de rosca; se tratan de tornillos helicoidales (tornillos de Arquímedes) a los que un motor imprime un movimiento rotatorio.

Según sus dimensiones y su modo de empleo (en posición horizontal, vertical u oblicua), van montados en un cárter acanalado o cilíndrico.

Para el transporte horizontal se suelen emplear "tornillos en canal" que trabajan como máximo con el 45 % de su sección, mientras que para el transporte oblicuo o vertical se sustituye el canal por un tubo de chapa, de manera que la rosca del tornillo trabaja en toda su sección; se trata entonces de "tornillos entubados.

Si los diámetros de los tornillos entubados horizontalmente son iguales estos pueden alcanzar rendimientos dos veces mayores que los de los tornillos en canal. A título indicativo, se muestran los rendimientos medios de estos dos tipos de tornillos:

Tornillo en canal: 5 a 30 t/h, con longitudes de 5 a 30 metros;

Tornillo entubado: 5 a 20 t/h, con longitudes de 10 a 20 metros.

Añádase que, a rendimiento igual, la velocidad de rotación de los tornillos entubados es el doble de la de los tornillos en canal. Los tornillos entubados son móviles y operan con cualquier ángulo, mientras que los tornillos en canal suelen ser fijos, ocupan más espacio y no pueden superar pendientes de más del 25%. La energía consumida por los tornillos entubados es superior en un 15 a 20% a la consumida por los tornillos en canal.

Con un rendimiento igual, el tornillo entubado requiere inversiones inferiores en un 20 a un 25 % a las que se precisan para la instalación de un tornillo en canal. Además, su precio en el mercado es relativamente modesto para menos de 30 t/h y de 30 metros de longitud. Figura 2.6

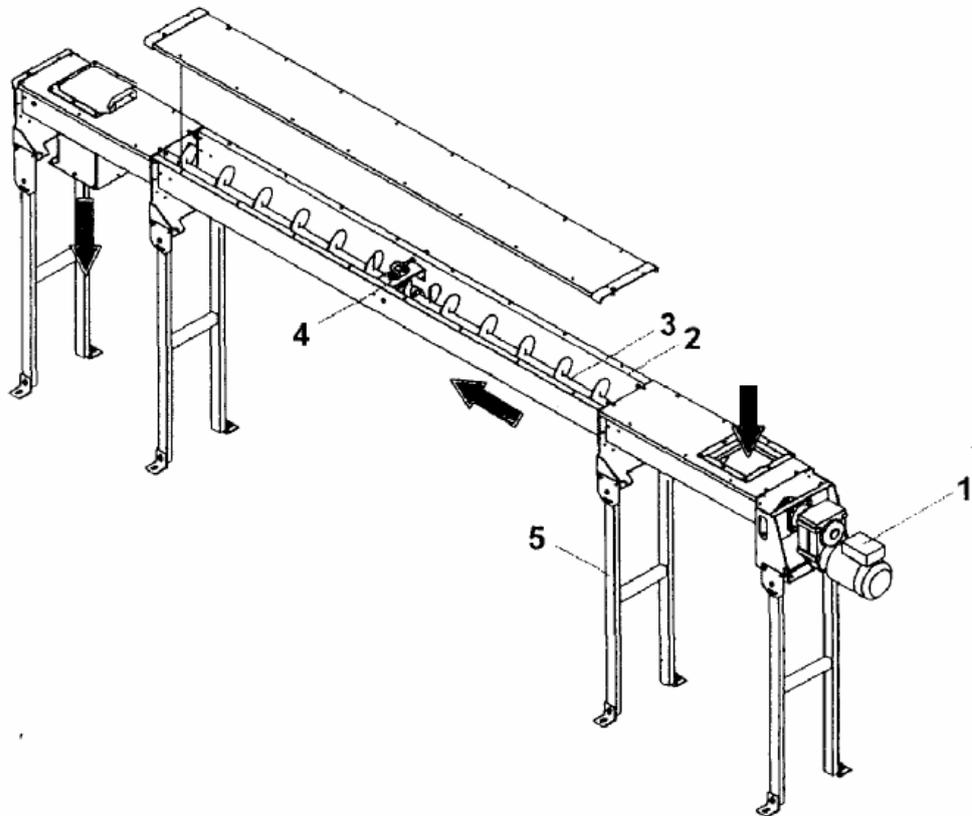


Figura 2.6 Transportador tipo gusano.

2.2 DESCRIPCION DEL TRANSPORTE DESDE LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO HASTA LAS ENVASADORAS

Habida cuenta de las importantes cantidades de cemento con que opera la planta, los lugares de almacenamiento a granel deben estar equipados no sólo con silos de capacidad adecuada sino también con instalaciones que faciliten una ejecución rápida y sin tropiezos de las operaciones de extracción, transporte y recirculación del producto.

Las áreas están marcadas según la función específica que se realiza en cada una de ellas.

Extracción, esta cubre el área de funcionamiento de cada uno de los silos de almacenamiento, habiendo cuatro silos destinados a esta función.

Transportación, esta área cubre desde la salida de los silos de almacenamiento hasta la recirculación de cada una de las envasadoras y consta en su mayoría de aerodeslizadores o canalones, para facilitar la transportación del material. El diseño y ubicación de los equipos involucrados esta dado en una forma que permita la selección múltiple de vías para facilitar y agilizar el transporte del producto.

Recirculación, esta área es la última parte del transporte y su función es conseguir el aprovechamiento máximo del producto, que por algunos motivos fue derramado o que se encuentra en forma de polvo en la etapa de envasado.

2.2.1 EXTRACCION SISTEMAS IBAU.

El proceso de extracción radica en sacar producto del silo hacia una tolva ubicada dentro de la parte inferior del silo, en el espacio cóncavo y hueco del mismo. Figura 2.8

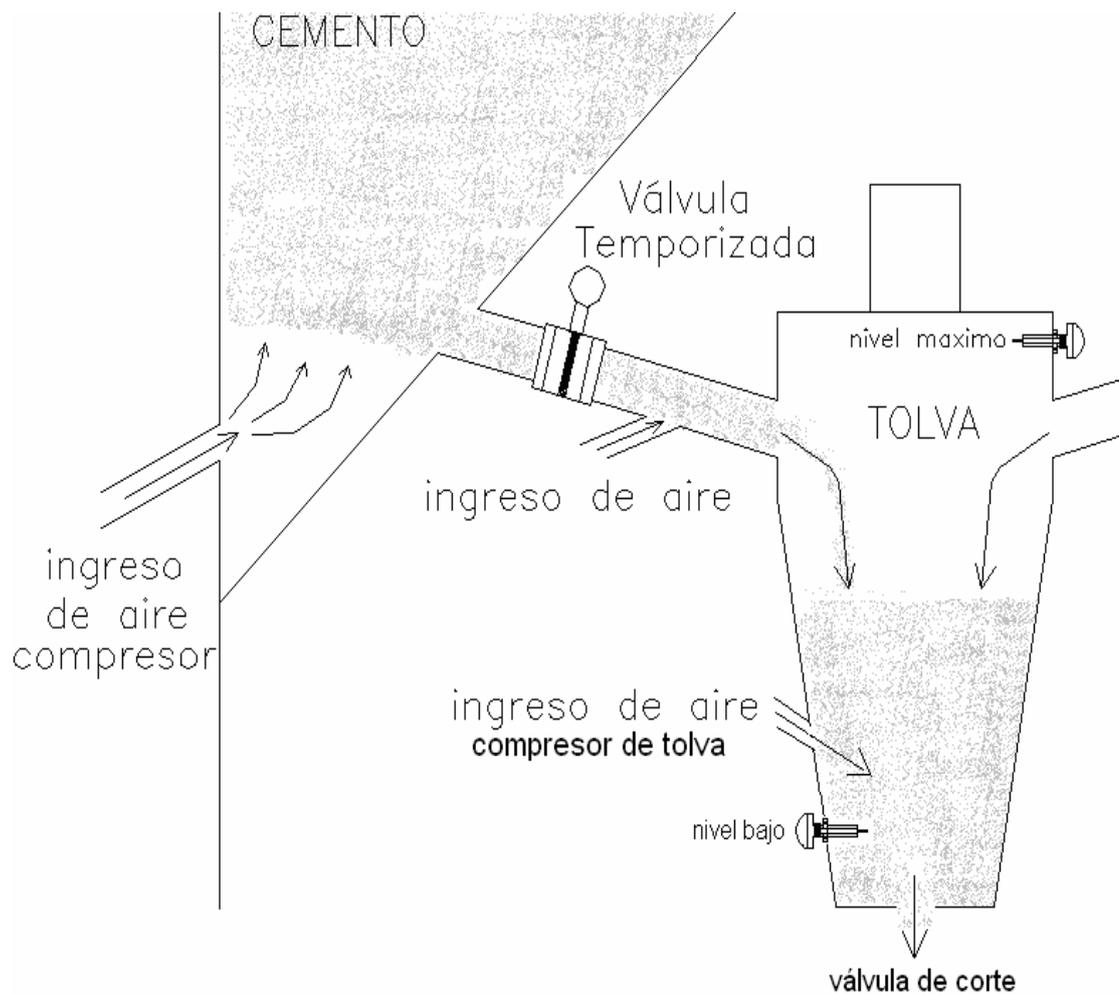


Figura 2.7 Extracción de cemento.

El cemento almacenado en el silo es ingresado tolva por medio de seis canalones los mismos que están conectados alrededor de la tolva en forma de una araña. Como se puede apreciar en

la figura existen entradas de aire en el silo, estas permiten que el aire empuje al cemento hacia arriba, enviando el producto hacia los canalones y evitando la acumulación de cemento en la parte inferior del silo. Existen válvulas de apertura que permiten el paso del cemento de los aerocanalones hacia la tolva de recepción, este flujo de cemento se realiza también con la ayuda de otra línea de aire comprimido.

Las válvulas de apertura actúan por pares, de forma temporizada y secuencial, evitando así taponamiento de los canalones por exceso de producto.

En la parte superior de la tolva esta ubicado un sensor de nivel, cuando el cemento llegue a este nivel se apagarán los compresores automáticamente y a la vez se cerrarán todas las válvulas de ingreso de producto. Una vez que el cemento de la tolva se ha consumido y llega al nivel bajo se encenderán nuevamente los compresores y se repetirá otra vez el proceso secuencial de llenado.

Existe también otro compresor que facilita la salida del producto de la tolva hacia el proceso de transporte. Este compresor ingresa aire comprimido a la tolva facilitando así el libre flujo de cemento. Cabe señalar que el compresor de tolva se enciende siempre y cuando estén abiertas la válvula de corte y la válvula modulante.

Además existe un filtro de desempolvado que recoge todo el polvo de cemento generado en áreas específicas, ingresándolo nuevamente al proceso y un ventilador que permite expulsar el polvo fuera del silo.

2.2.2 RUTAS DE TRANSPORTE.

Una vez que el producto sale de las válvulas moduladoras y de corte el cemento puede ser llevado por diferentes rutas, dependiendo de los requerimientos de operación, facilitando así el transporte del mismo, uno de los puntos a considerar es la máquina ensacadora que se encuentra despachando y el silo desde el cual se la quiere abastecer, puede darse el caso de que se emplee dos máquinas envasadoras. Las posibles rutas van de la mano con la máquina o máquinas a despachar, el elevador a ser utilizado y el silo de extracción.

Los canales de transporte, elevadores de cangilones, compuertas distribuidoras, filtros de recolección y ventiladores; funcionan de una manera secuencial y están destinados a el máximo aprovechamiento del cemento y a su ágil circulación.

Por ejemplo desde el silo 1 se puede alimentar tanto el elevador 1 como el 2 y desde estos se puede abastecer a cualquiera de las tres máquinas envasadoras, además se puede alimentar a la máquina 1 y 2 al mismo tiempo o por separado ya que se encuentran en el mismo canalón . Desde el silo 2 se puede alimentar solamente al elevador 1 y desde este hacia cualquiera de las tres maquinas envasadoras; ocurre lo mismo para el caso del silo 3. Con el silo 4 ocurre algo parecido a lo del silo 1 ya que desde ese punto se tiene acceso a ambos elevadores de cangilones. También existe la posibilidad de alimentar a las máquinas envasadoras desde dos silos al mismo tiempo, consiguiendo así una mayor cantidad de producto si es que la demanda lo amerita.

Al seleccionar cualquiera de las rutas posibles de alimentación se direcciona el cemento de tal manera que se encienden automáticamente todos los equipos que se encuentren involucrados en el recorrido hacia las envasadoras, como se puede apreciar una vez que el cemento ha salido de los silos este pasa a canalones de transporte los cuales usan compresores de aire para permitir el paso del cemento a través de ellos, luego es enviado a los elevadores y luego a la máquina con la que se requiera despachar el producto, durante este proceso se dan accionamientos a muchos equipos tales como compresores, motores, ventiladores, y compuertas de distribución , llevando el producto por la ruta deseada.

El producto que se desperdicia por derrames o se levanta en forma de polvo es succionado con ayuda de de filtros de desempolvado, estos ayudan de manera eficaz a mantener el lugar libre de polvo y también evitando el deterioro y taponamiento de las máquinas. Una vez que el filtro succiona el polvo, este lo reingresa a los canalones de transporte, evitando así el desperdicio de producto.

2.2.3 RECIRCULACION DE CEMENTO.

La última parte del proceso es la de recirculación en la cual se encuentran ubicadas las tres máquinas ensacadoras las cuales cumplen la misma función y por ende constan de los mismos equipos para cumplir su función, esta sección involucra canalones de transporte, elevadores de cangilones, filtros de desempolvado, separador de finuras, tolvas, etc.

Una vez que el cemento es direccionado hacia una máquina ensacadora este es depositado en el separador de finuras, también conocido como zaranda o criba vibratoria, aquí el producto es filtrado en un cedazo el cual es sacudido por un motor acoplado a su eje, todo el cemento fino pasa a una tolva y el producto grueso es llevado a un pequeño depósito evitando así que se mezcle con el producto fino.

El cemento que se deposita en la tolva pasa a la máquina ensacadora por medio de una válvula rotatoria y otra de corte, desde aquí sale el cemento en sacos de 50 Kg, el cual es transportado por medio de una banda y pasa a un control de pesaje, si el saco no consta con el peso exacto pasa a una máquina trituradora siendo destrozado por esta, no así si el saco cumple con los requisitos de calidad.

El cemento derramado al ser destruido el saco discriminado es recogido por canalones de recirculación, los mismos que llevan el producto al elevador de cangilones para ser ingresado nuevamente a la zaranda, aprovechando al máximo todo el cemento transportado.

Esta es la etapa donde existe el mayor potencial para el derrame de cemento, por ello cuenta con una verdadero sistema de recolección en puntos críticos, donde el filtro de desempolvado recoge todo el cemento y lo lleva al elevador de cangilones y de allí otra vez a la zaranda, procurando de esta manera tener el ambiente lo mas libre de polvo que se pueda. La figura 2.11 muestra los puntos críticos de recuperación de cemento.

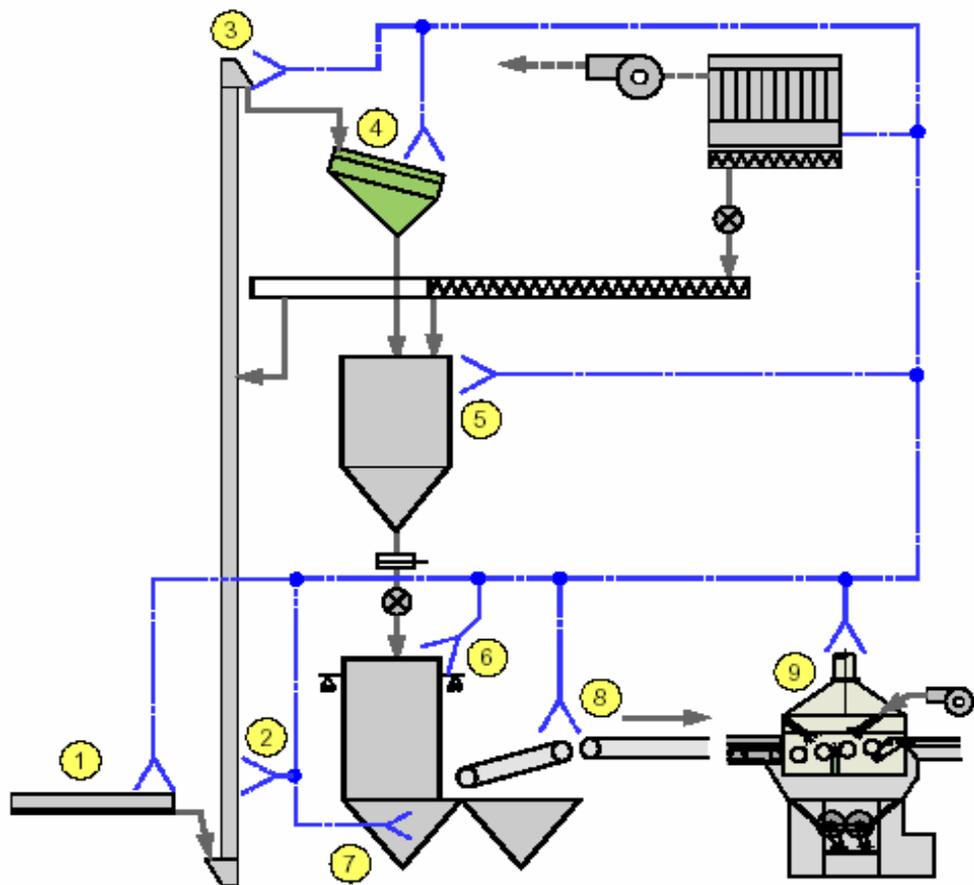


Figura 2.8 Recuperación de cemento.

Puntos críticos de recuperación:

1. Salida de canalón
2. Base del elevador de cangilones
3. Eje de motor del elevador
4. Zaranda
5. Tolva de llenado
6. Parte superior de la ensacadora
7. Parte inferior de la ensacadora
8. Unión de cadena de transporte
9. Máquina trituradora de sacos

CAPITULO III

DISEÑO DE LA SECUENCIA DE CONTROL DE PROCESO

El sistema de transporte de cemento esta diseñado para operar de forma continúa, evitando paradas innecesarias de proceso por alguna posible falla de cualquier equipo involucrado, ya que el mismo cuenta con alarmas que anuncian la alerta directa proveniente de alguna variable de campo permitiendo reconocer rápidamente la alarma generada y así continuar con el proceso si la misma no reviste mayor atención.

Se considera un diseño de control en que el proceso sea 100% interactivo entre el operador y el campo, para dar al mismo la libertad de seleccionar silos, rutas, máquinas y demás equipos involucrados en el despacho de cemento, brindándole así mediante un sistema confiable e inteligente el control completo del proceso.

Se toma en cuenta que el control en su mayoría es digital, y por ser un sistema de transporte en donde se incluye varios accionamientos de manera secuencial, da lugar a que existan condiciones que estén ligadas con cada una de las áreas del proceso.

Consideraciones en el diseño manual:

El accionamiento manual de las máquinas se ha diseñado de tal manera que el mismo se lo realice desde las botoneras de arranque y parada de campo. Con el fin de que dicho accionamiento sea supervisado por el operador o técnico encargado.

El accionamiento manual solo debe ser utilizado en caso de mantenimiento de la máquina, para poder ser arrancada de manera manual se debe comunicar al supervisor de monitoreo con el fin de deshabilitar la operación de la máquina desde cualquier otro punto. Con esta seguridad el operador puede arrancar o detener el equipo que desee desde las botoneras que se encuentran cercanas a cada equipo.

Consideraciones en el diseño Automático:

El diseño automático tiene como característica el encendido y parada secuencial del transporte de cemento, así como también las paradas automáticas por falla de las máquinas distribuidas por áreas.

Los operadores o supervisores antes de encender cualquier equipo, tienen que verificar que no haya operaciones de mantenimiento en acción.

Para el arranque y parada de manera automática se ha dividido el proceso en tres áreas importantes que son:

- 1. Área de recirculación del producto a envasar.*
- 2. Proceso de transportación desde los silos de almacenamiento hasta la zona de recirculación de la máquina.*
- 3. Extracción del producto en los silos de almacenamiento.*

Por la manera de agrupación nosotros podemos distinguir tres diferentes casos de “arranques”.

- Primero, arranque de la zona de recirculación de cemento dependiendo de la máquina que vaya a despachar (máquina 1, máquina 2, máquina 3). Se debe considerar que el arranque es de forma secuencial y empieza desde la criba vibratoria hasta la destrozadora de sacos.
- Después de arrancar la zona de recirculación de cemento, el siguiente paso es arrancar el transporte del producto, para realizar dicho arranque el operador o supervisor debe escoger la máquina despachadora, el elevador, y el silo de extracción. Es muy importante que la máquina de despacho que se halla seleccionado para la transportación se encuentre en marcha, caso contrario no se encenderán los equipos en el sistema de transportación como opción de seguridad, además el arranque se lo realiza de manera secuencial.
- Y por último arrancar el silo escogido para la extracción, cabe destacar que el arranque de la extracción de materiales depende del silo que se seleccione para el transporte, ya que al seleccionar otro silo, se deberá parar este último, y arrancar el siguiente. Para realizar esta acción se deberá nuevamente seleccionar la vía de transporte y luego el arranque del silo seleccionado para el proceso de extracción.

En el caso de selección de múltiples silos de extracción (dos silos alimentando por una misma vía), se tomara dos selecciones con la misma vía de transporte para ambos silos.

De la misma manera los grupos de arranque deben de tener “paradas” por accionamiento normal y por caso de emergencia o falla del equipo. Podemos distinguir tres diferentes casos de “paradas”:

- Primera, parar la zona de extracción de cemento, de este modo se cierra el ingreso de material al sistema de transporte. Hay que tomar en cuenta el nivel bajo de la tolva de extracción del silo, para de esta forma no dejar producto dentro de las tolvas.
- Después de parar la extracción del silo, se procederá a parar la zona de transporte de producto, para lo cual se ha considerado un tiempo prudente para la limpieza de los aerodeslizadores y demás equipos. Cada selección que se realiza tiene un botón de paro, pudiendo así parar solamente dicha vía de transporte, luego de que se haya cumplido el tiempo de limpieza las máquinas se detendrán en forma secuencial desde la salida del silo hasta la máquina que haya sido seleccionada.
- Y por último, parar las máquinas de recirculación de las envasadoras. Se lo realiza seleccionando el botón de paro que se encuentra en cada una de ellas, la parada del área de recirculación posee un tiempo para la limpieza de los equipos y evitar así que el producto se quede en los elevadores o en los transportadores de tornillo, esta parada se la realiza de manera secuencial y se inicia desde los destrozadores de sacos hasta la criba vibratoria.

Si existe alguna falla en el área de recirculación se detendrán todas las máquinas de recirculación del producto, esta falla ocasionará que se cancela la selección, esto al mismo tiempo hará que se cambia de posición la compuerta distribuidora para evitar que todo el producto transportado hacia dicha máquina se derrame, y además se cierre la válvula de alimentación del producto pudiendo así destinar todo el material transportado a otra máquina y evitar derrames mayores.

Si existe alguna falla en el área de transporte la acción en modo automático cerrara el ingreso de producto al área, parando de forma secuencial el proceso dependiendo del lugar del daño, evitando que se tapone el aerodeslizador por exceso de producto.

Si existe alguna falla en el área de extracción parará de modo automático el proceso y además se mostrará la alarma correspondiente a dicha falla.

3.1 LAYOUT DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Los siguientes gráficos muestran de manera general el área de proceso de transporte de cemento. Como se puede apreciar en las dos primeras hojas del layout se encuentran los cuatro silos de cemento desde donde se extrae el producto y es transportado por todo un conjunto de elementos mecánicos y eléctricos (pagina 3 del layout) hacia las envasadoras de cemento (pagina 4, 5, 6 del layout) las cuales se ven inmersas en el proceso de recirculación de producto.

Las tres áreas involucradas en el proceso de transporte cuentan con distintos equipos y elementos de campo (botoneras, motores de banda, motores de criba, sensores de nivel, piolas de seguridad, etc.) lo cual debido a la cantidad de estos existentes en el proceso se hace necesario utilizar un formato de codificación que permita identificarlos de una manera fácil evitando así confusiones y perdida de tiempo en la ubicación de los mismos.

El Layout propuesto cuenta con los códigos en cada uno de los equipos y a continuación se detalla en el siguiente punto el elemento correspondiente a cada código permitiendo así al lector ubicarse rápidamente en el área y una mejor comprensión de la secuencia de proceso del sistema de transporte de cemento.

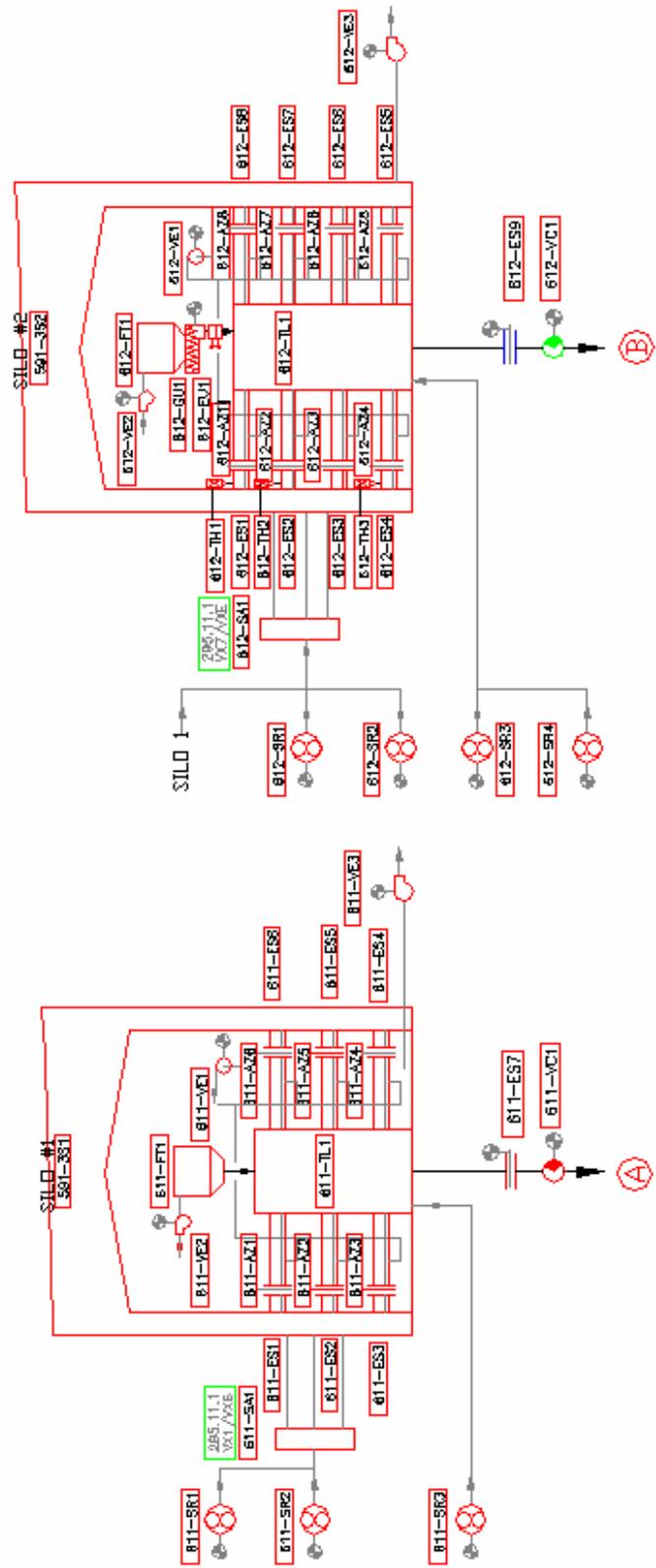


Figura 3.1. (a) Layout del Sistema

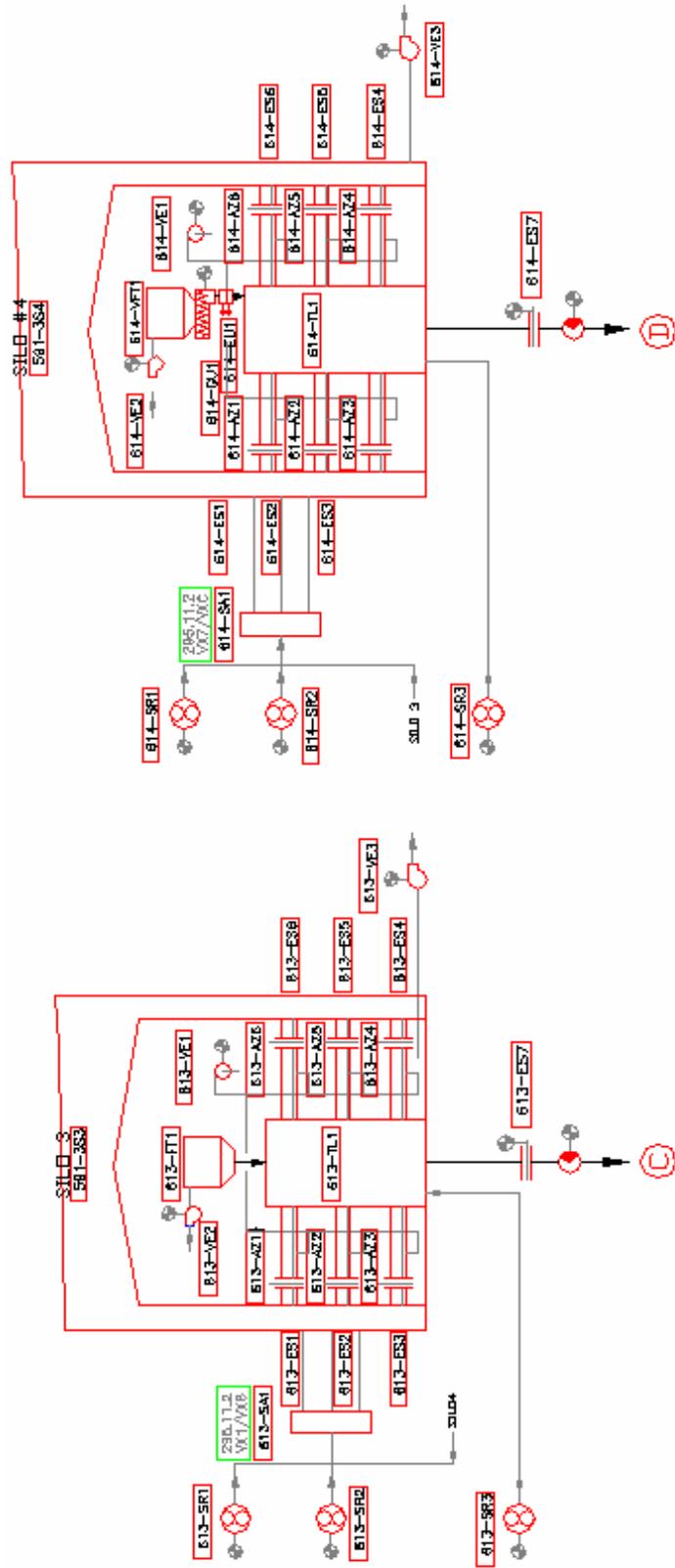


Figura 3.1. (b) Layout del Sistema

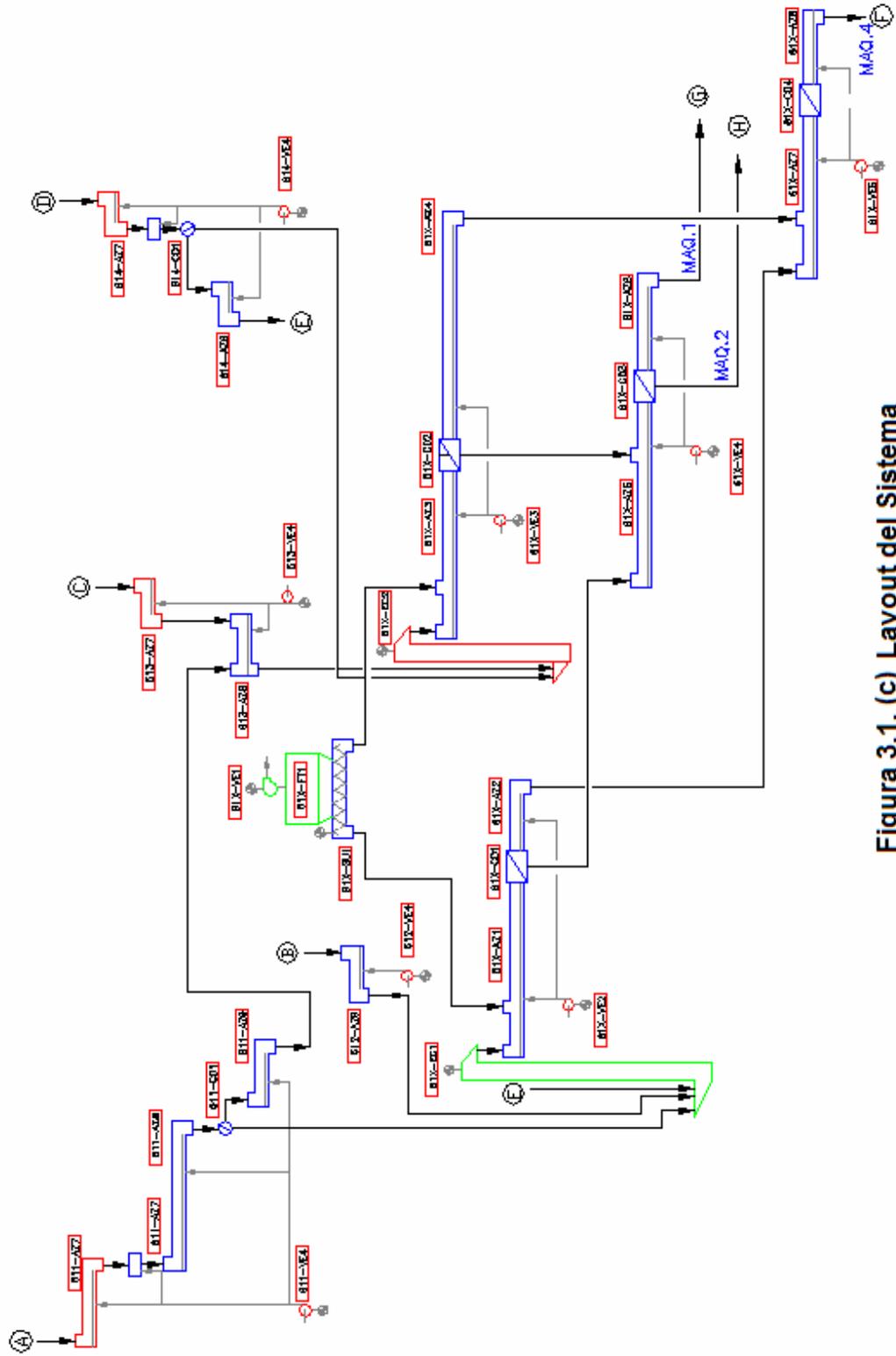


Figura 3.1. (c) Layout del Sistema

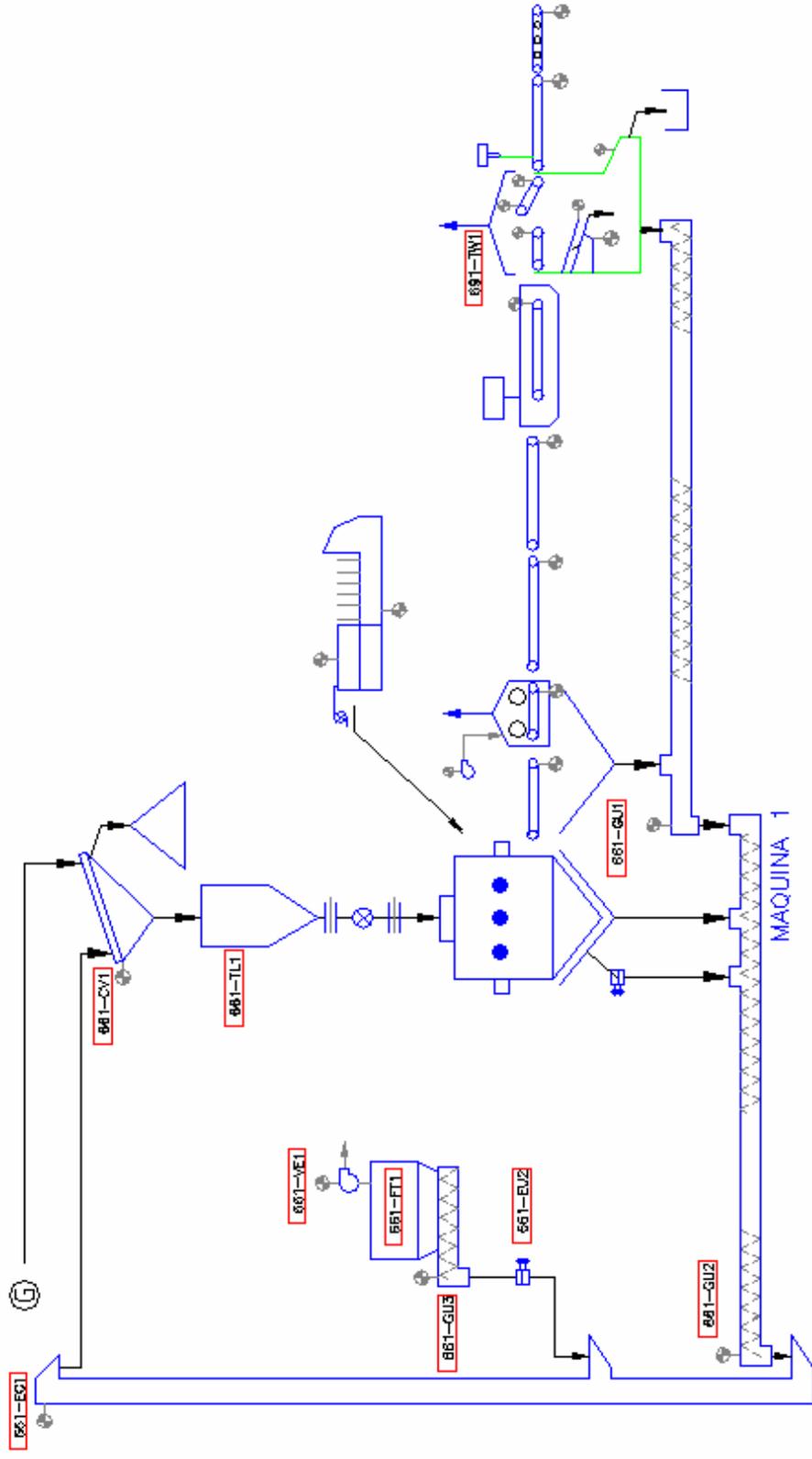


Figura 3.1. (d) Layout del Sistema

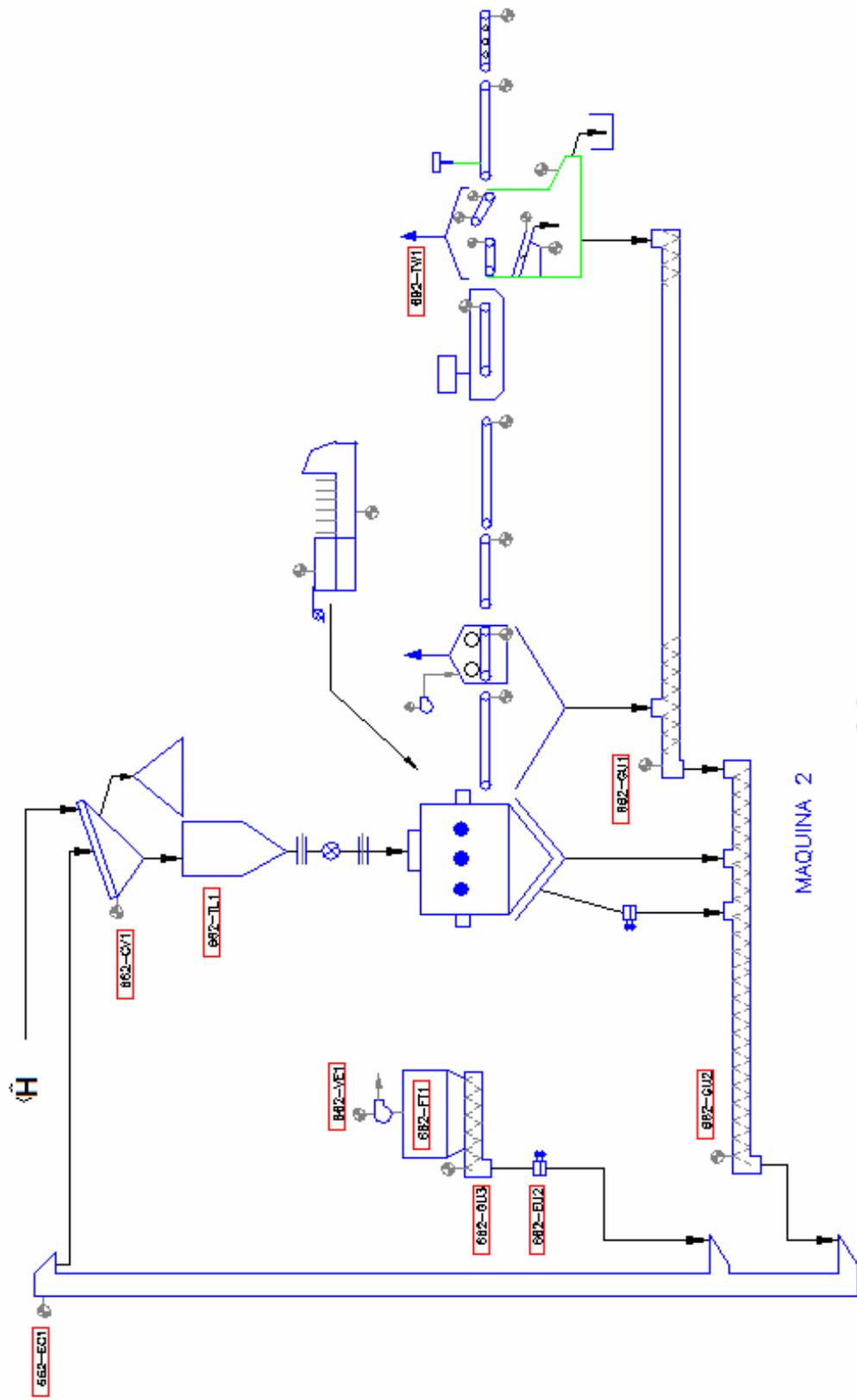


Figura 3.1. (e) Layout del Sistema

3.1.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.

Para poder identificar los equipos involucrados se ha utilizado la codificación de **Activos “Holderbank”**, esta codificación forma parte del Sistema de Gestión de Activos SAP y otros sistemas de aplicación en las Compañías y Plantas Holcim.

A esta codificación del sistema se la denomina HAC “Holderbank Active Code“, la misma que ha sido designada para llevar un correcto sistema de codificación de la planta.

El “HAC” esta compuesto de un código de seis dígitos alfanuméricos los cuales pueden ser complementados con dígitos individuales adicionales. Los Componentes de las **Unidades de Activos** (ó Unidades de Mantenimiento) son clasificados con dígitos adicionales. En el caso de que varias plantas estén codificadas bajo el mismo código de activo, oficialmente el Código de Planta Holcim debe preceder al código. Como lo muestra el ejemplo a continuación.

| Planta | Numero de Grupo | Unidad Activo | Componente |
|---------|-----------------|---------------|------------|
| X* X* X | . 1 2 3** | - 4 5 6** | . 7 . . . |

Para una fácil referencia entre grupo, activo y componente pueden usarse como delimitadores los signos “-“ y “.”.

Dentro de sistemas de mantenimiento como SAP el HAC estará utilizado para identificar la ubicación de la unidad de mantenimiento (del activo). No se utilizará el HAC para identificar o numerar repuestos. La identificación física del activo en la planta se hace entonces sobre la estructura o el soporte del activo.

El Número de Grupo.

El número de grupo representa la ubicación específica del equipo dentro de la planta y se han definido de la siguiente manera.

Descripción del código en la planta.

- 100 Extracción de materias primas.
- 200 Preparación de materias primas.
- 300 Preparación de harina de crudo.
- 400 Producción de Clinker.
- 500 Molienda de cemento.
- 600 Ensacado y paletizado.

La siguiente tabla muestra en detalle el área de ensacado y expedición con su respectivo código.

| Código. | Descripción. |
|----------------|-------------------------------------|
| 60 | Ensacado y expedición. |
| 61 | Transporte hasta carga . |
| 65 | Carga big bag. |
| 66 | Ensacado y ensacadora. |
| 67 | Paletizador. |
| 68 | Carga en sacos - vagón ferrocarril. |
| 69 | Carga en sacos – camión. |
| 6 D | Carga de hormigón seco. |
| 6 E | Entrada de cemento. |
| 6 K | Carga de clinker. |
| 6 U | Planta de mezclado. |
| 6 X | Silo de mezcla en obras. |
| 6Y | Silo granel en obras. |

Tabla I. Código de Área de Ensacado

Las unidades de activo.

La unidad de activos significa principalmente un “Equipo Físico de Producción”, o una “Unidad de Mantenimiento”, normalmente una máquina. Tal equipo físico de producción tiene que ser asignado a un grupo definido con códigos específicos, a continuación se muestran los códigos mas utilizados para nuestra exposición sin embargo en el anexo D se muestra los cuadros completos de codificación.

| Código. | Descripción. |
|----------------|----------------------------------|
| EV | Ensacadora. |
| LS | Limpiador de Sacos |
| TL | Tolva. |
| SA | Sistema Aireación de Silos. |
| ES | Equipo Extracción de Silo. |
| CV | Criba Vibratorio. |
| CQ | Compuerta de Cierre. |
| CD | Compuerta Distribuidora. |
| VR | Válvula Rotatoria. |
| CF | Compuerta Dosificadora. |
| VA | Válvula. |
| FT | Filtro de Mangas. |
| BT | Banda Transportadora. |
| EC | Elevador de Cangilones. |
| GU | Gusano / Tornillo Transportador. |
| AZ | Transportador Aerodeslizador. |
| SR | Soplante – Roots. |
| VE | Ventilador. |
| VT | Ventilador - Aireación |

Tabla II. Unidad de Activo

Medición del Componente.

Las siglas siguientes definen el componente o tipo de medición que se realiza en nuestro caso según la clasificación eléctrica.

| Código. | Descripción. |
|----------------|---------------------------|
| A | Análisis US/Auxil.EU. |
| B | Botón pulsador |
| C | Sub Sistema de Control |
| D | Interruptor de Desvio |
| E | Tensión |
| F | Flujo, Caudal |
| G | Sirena, Flash, Claxon |
| H | Calefacción |
| I | Corriente |
| J | Potencia, Energía |
| K | Llave, Interruptor |
| L | Nivel |
| M | Motor |
| N | Sensor especial |
| P | Presión |
| Q | Cantidad US / Analiza. EU |
| R | Paro Emergencia de Cuerda |
| S | Velocidad |
| T | Temperatura |
| U | Unidad, Armario |
| V | Válvula. |
| W | Peso |
| X | X Dispositivo |
| Y | Y Dispositivo |
| Z | Posición |

Tabla III. Medición del componente.

Códigos de función de proceso de componentes eléctricos.

Los códigos de función de proceso se usan para la identificación y clasificación más detallada de signos eléctricos y etiquetas de software. La aplicación de códigos de función de proceso normalmente se adaptará para estar en línea con el sistema de automatización de planta aplicado y van seguidos del número de componentes.

A continuación se denotan ejemplos del código complemento para nombrar los diferentes dispositivos o partes eléctricas en diferentes áreas del proceso.

Señales de campo.

| | |
|--------------|-----------------------------|
| 361-EC1.M1:G | Go (Local Start) |
| 361-EC1.M1:S | Stop (Local Stop) |
| 361-EC1.M1:U | Local (Local Safety Switch) |

Señales del tablero principal MCC.

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| 361-EC1.M1:K | Breaker Ok (MCC available) |
| 361-EC1.M1:R | Run (Contactor) |
| 361-EC1.M1:T | Térmico (Overload) |
| 361-EC1.M1:D | Start Directo (Energiza MCC Modulo) |

HMI Commandos:

| | |
|---------------|----------------------------|
| 361-EC1.M1:GR | Start remoto |
| 361-EC1.M1:SR | Stop remoto |
| 361-EC1.M1:EU | Habilitada operación local |

**Tabla IV. Señales de control elevador de cangilones
361-EC1.M1:**

3.2 RECIRCULACIÓN DE CEMENTO.

El área de recirculación de cemento tiene la función de limpiar, recircular y abastecer de producto a las máquinas envasadoras. La limpieza la realiza a través de filtros de mangas en áreas en la cual el polvo se levanta en mayor volumen, como en las envasadoras y en las bandas transportadoras de sacos y balanzas.

La recirculación del producto es fundamental para el funcionamiento de la envasadora debido a que existe producto que por alguna manera no logro ser envasado o por sacos rotos, además la limpieza del polvo en el ambiente, todo es recirculado y vuelto a envasar.

El abastecimiento del producto que llega desde las diferentes vías de transporte llega hacia la criba vibratoria donde el producto es zarandeado o filtrado para sacar las impurezas, y luego depositado en la tolva de abastecimiento a las máquinas envasadoras.

Existen tres máquinas envasadoras de sacos de cemento, por lo tanto existen tres áreas de recirculación de materiales, el arranque de cada área es independiente y solo depende de la decisión del supervisor de la máquina seleccionada para envasar el producto.

3.2.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

El área de recirculación posee la misma distribución de equipos para cada una de las envasadoras. La recirculación del producto se la realiza por medio de transportador de tornillos, elevador de cangilones, tolva de abastecimiento a envasadora, destrozadora de sacos, etc. La Figura 3.2 muestra la disposición de los equipos de recirculación de cemento.

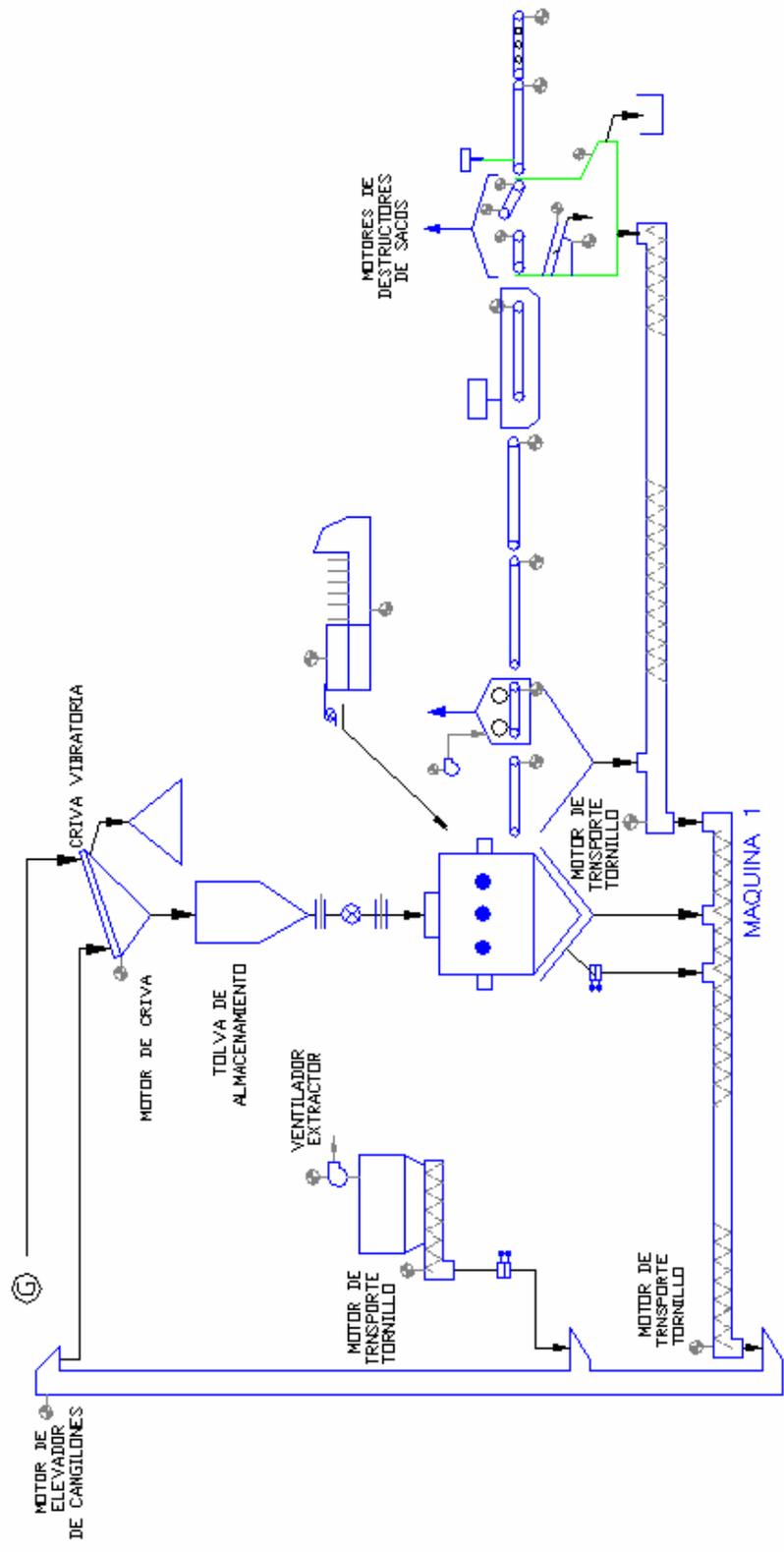


Figura 3.2. Disposición de Equipos del Área de Recirculación

Máquina 1

| Equipo. | Instrumentación. | Tipo de señal. | Descripción. |
|----------------|--|--|--|
| 661-CV1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna., |
| 661-TL1 | Sensor de nivel tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, Alto y mínimo. |
| 661-EC1 | Sensor de nivel de pozo tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Transformador de corriente. Transductor de corriente. | Relación de 200:5. Medición de 0-5 A a 4-20 mA. | Medición de carga del elevador. |
| | Sensor tipo inductivo Miltronix. | Señal Digital 24Vdc | Frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| | Switch de piola. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| 661-GU2 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 661-GU1 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 691-TW1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 661-FT1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 661-GU3 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 661-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |

Tabla V. Listado de instrumentación de cada equipo Recirculación

| Equipo. | Instrumentación. | Tipo de señal. | Descripción. |
|----------------|--|--|--|
| 662-CV1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna., |
| 661-TL1 | Sensor de nivel tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, Alto y mínimo. |
| 662-EC1 | Sensor de nivel de pozo tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Transformador de corriente. Transductor de corriente. | Relación de 200:5. Medición de 0-5 A a 4-20 mA. | Medición de carga del elevador. |
| | Sensor tipo inductivo Miltronix. | Señal Digital 24Vdc | Frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| | Switch de piola. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| 662-GU2 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 662-GU1 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 692-TW1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 662-FT1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 662-GU3 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 662-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |

Máquina 2.

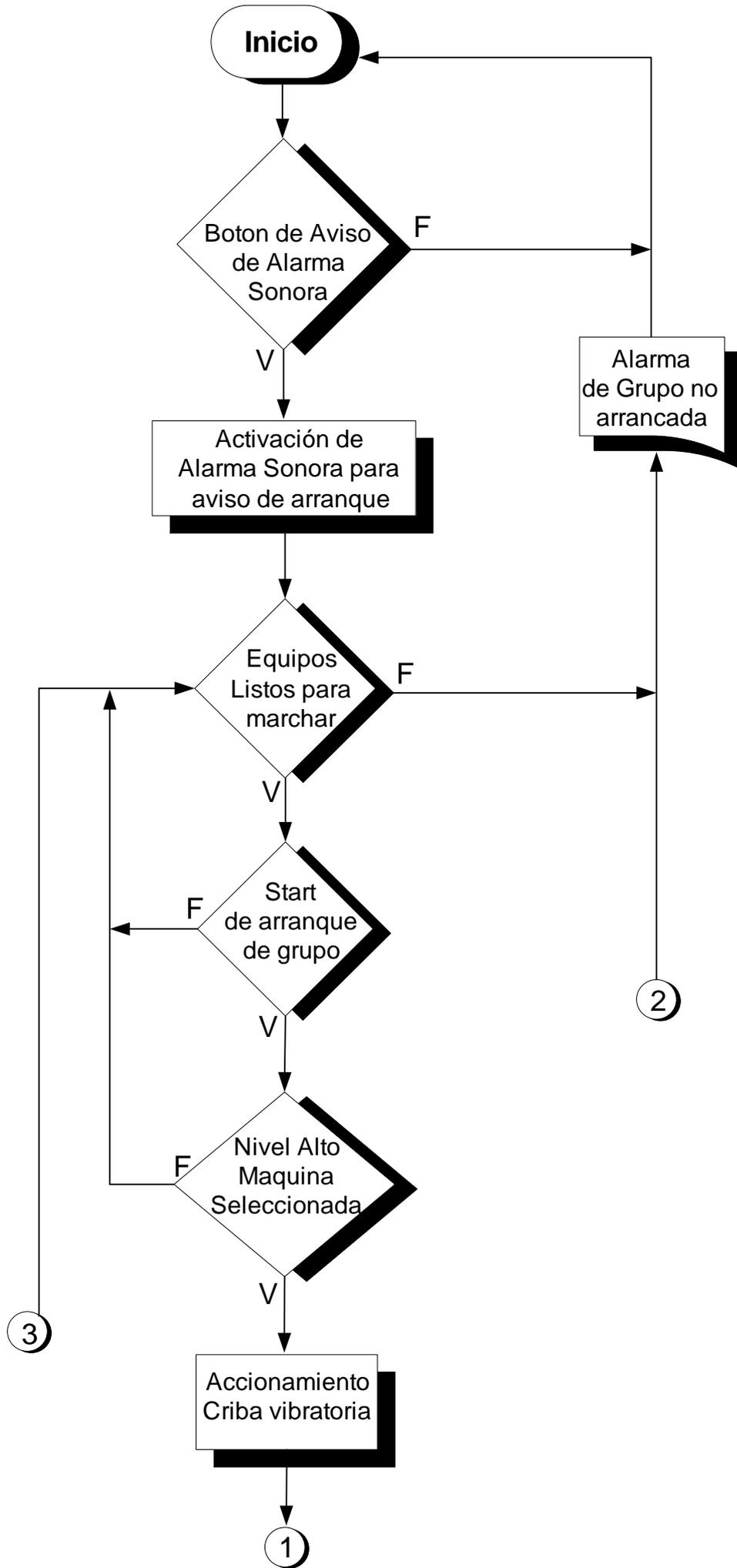
| Equipo. | Instrumentación. | Tipo de señal. | Descripción. |
|----------------|--|--|--|
| 663-CV1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna., |
| 663-TL1 | Sensor de nivel tipo capacitivo. | Señal Digital 24 Vdc | Nivel máximo, Alto y mínimo. |
| 663-EC1 | Sensor de nivel de pozo tipo capacitivo. | Señal Digital 24 Vdc | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Transformador de corriente. Transductor de corriente. | Relación de 200:5. Medición de 0-5 A a 4-20 mA. | Medición de carga del elevador. |
| | Sensor tipo inductivo Miltronix. | Señal de Digital 24 Vdc. | Frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| | Switch de piola. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| 663-GU2 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 663-GU1 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 693-TW1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 663-FT1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 663-FT2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 663-GU3 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 663-GU4 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 663-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 663-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |

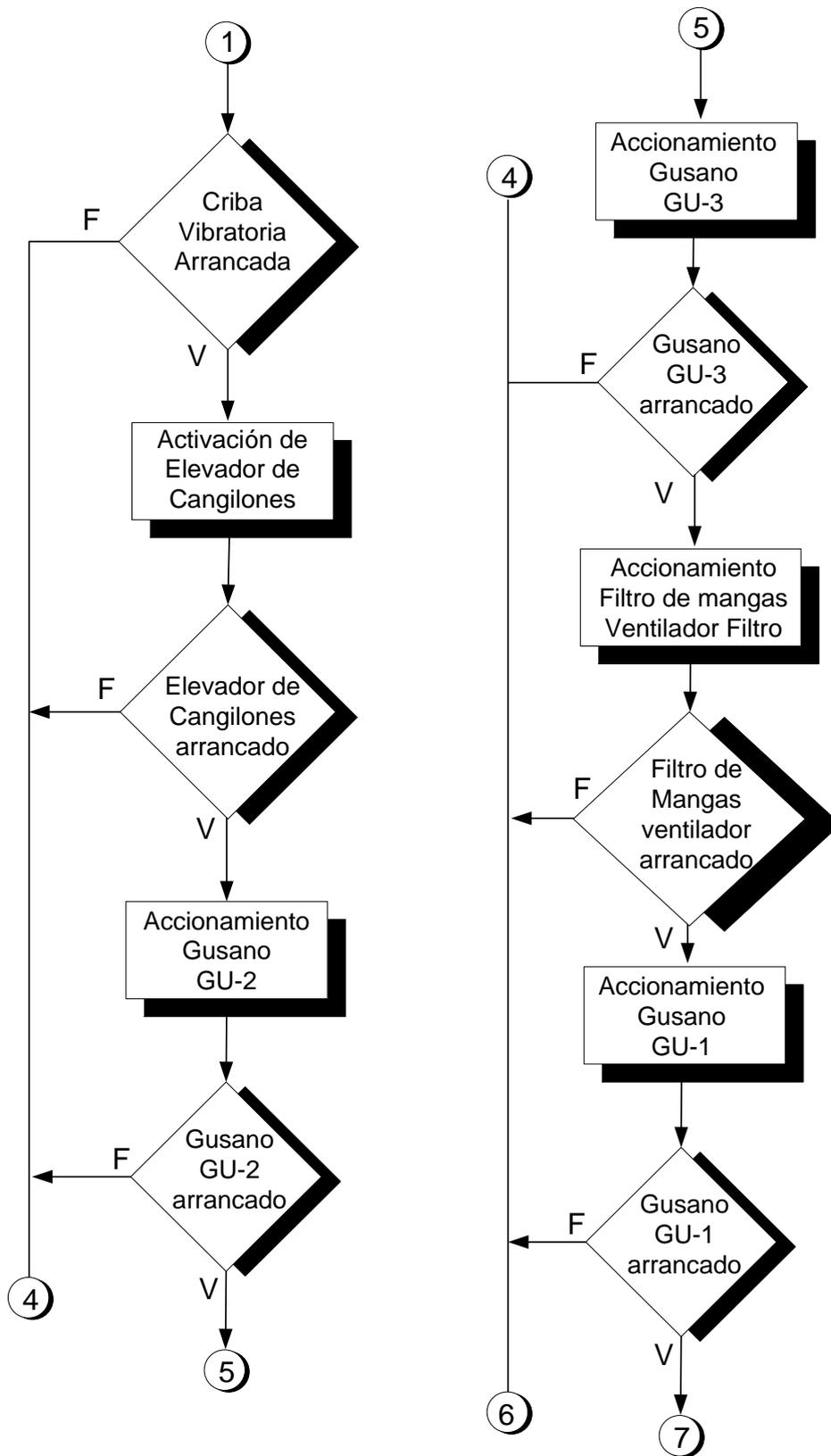
Máquina 3

3.2.2 ARRANQUE DE PROCESO.

El proceso de arranque de recirculación de las envasadoras comienza por tener todos los equipos del área dispuestos para marchar sea cual fuere la envasadora. Esta señal del equipo dispuesto es proporcionada por el contacto auxiliar de breaker y térmico que constan en cada uno de los arranques. Luego de esto se tendrá que dar aviso de arranque, esta acción se la realiza por medio del botón de aviso de cada máquina desde el cuarto de control, se tiene que tomar en cuenta que si no se presiona el botón de aviso no se podrá dar arranque a la secuencia de recirculación.

El diseño de arranque se lo ha estructurado de manera secuencial según las condiciones del proceso, de manera que cada arranque de paso a otro arranque con un tiempo definido. Los arranques se lo realizaran en el orden que muestra el diagrama de flujo adjunto. Figura 3.3.





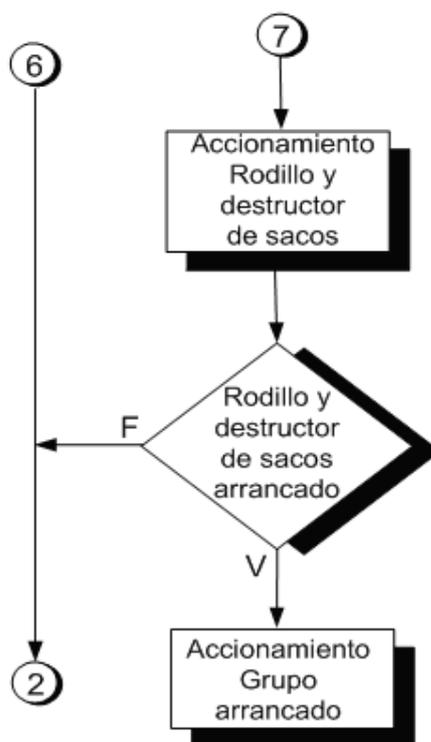


Figura. 3.3 Arranque de recirculación de material.

Como muestra el gráfico los arranques son consecutivos y condicionales esto quiere decir que se necesita que el primero este arrancado para arrancar el segundo y de la misma manera que el segundo este arrancado para arrancar el tercero y así de forma consecutiva. La secuencia de arranque es la misma para cada una de las zonas de recirculación de las tres envasadoras, por tener igual ubicación para cada una de sus máquinas.

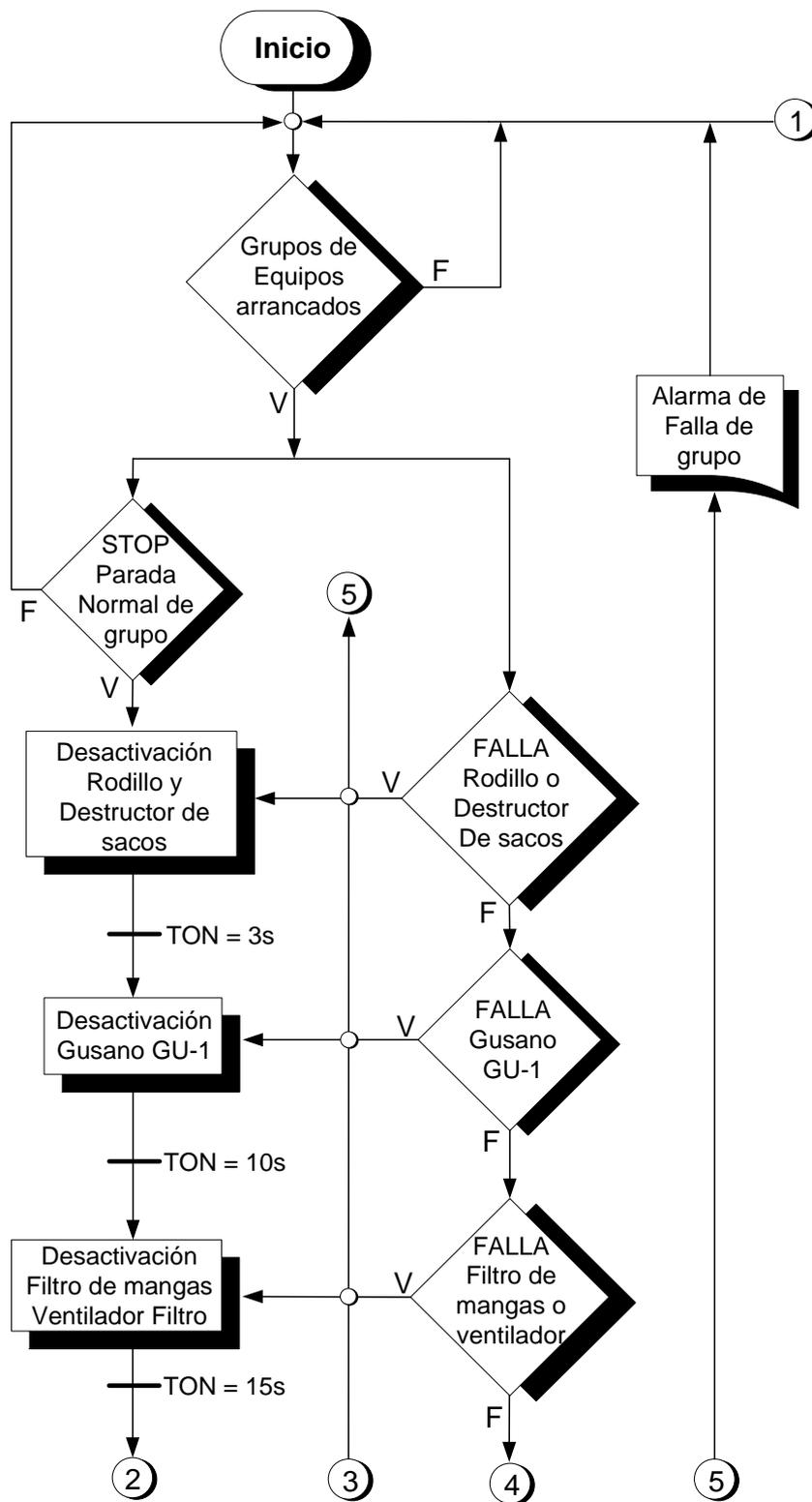
Hay que tomar en cuenta que es la primera área al ser arrancada, y posee seguridades para que se cumpla la secuencia antes mencionada. Además cabe mencionar que esta área posee sensores de nivel que son señales de petición de material al área de transporte de materiales.

3.2.3 PARADA NORMAL DE PROCESO

La parada normal del proceso de recirculación se lo realiza de igual forma que el arranque, de manera consecutiva y condicional como se menciona en el proceso de arranque. El proceso de igual manera posee tiempos definidos para detener cada una de las máquinas, este tiempo debe ser considerable para que no quede material en el área y en el momento de arranque no halla problemas de sobrecarga por exceso de material en las máquinas.

Para poder parar el proceso de recirculación es condición que el área de transporte de material y por ende el área de extracción estén completamente detenidos, condición que tiene por efecto que no ingrese material al área de recirculación. Además la envasadora del área debe estar detenida para que no siga recirculando ningún material por sacos rotos o envasado del producto.

La parada se lo realizara en el orden que muestra el diagrama de flujo adjunto. Figura 3.4.



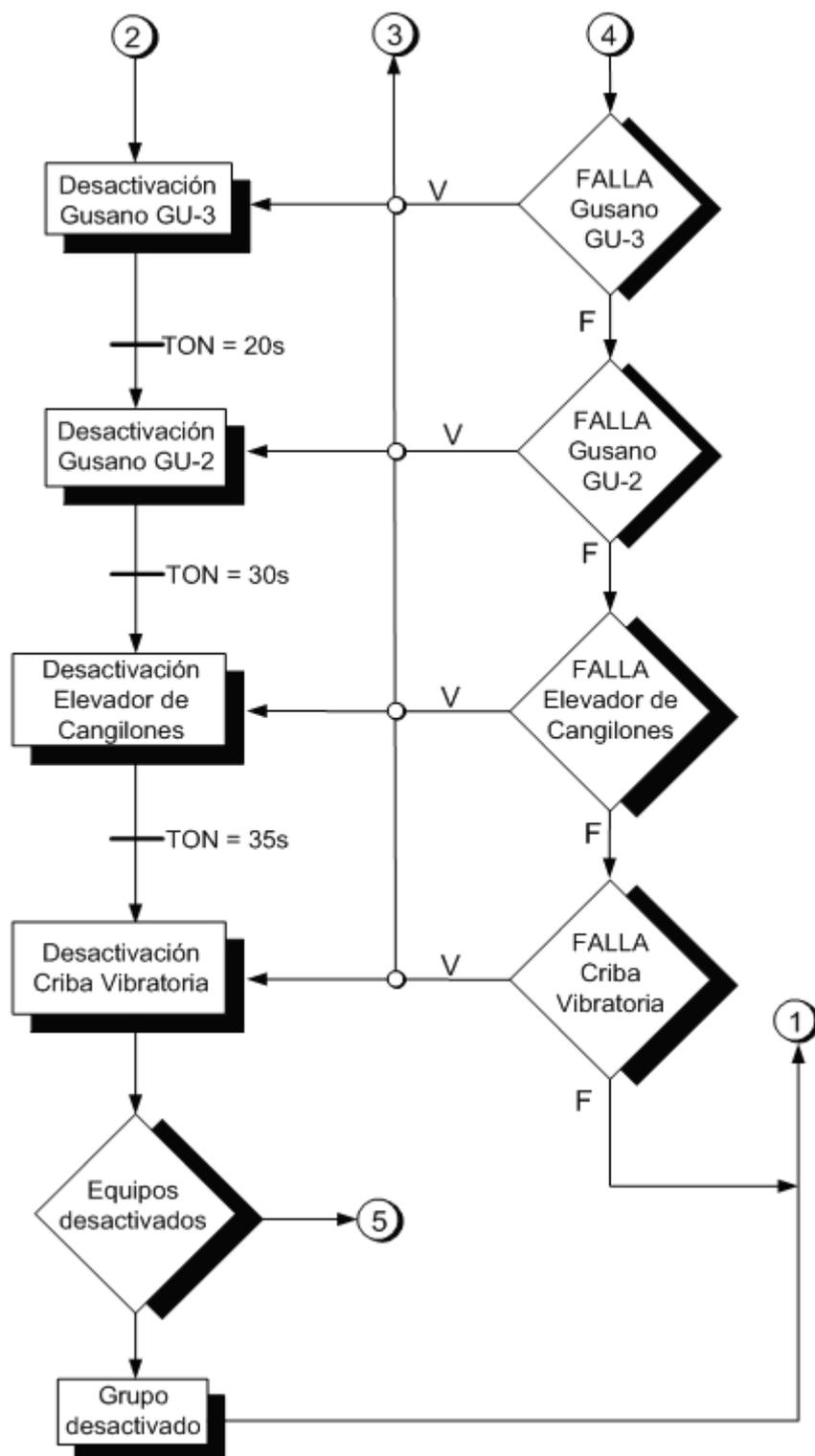


Figura 3.4 Parada de recirculación de material.

3.2.4 PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA.

Las paradas por condiciones de falla son aquellas que indican que algún equipo esta detenido luego de haber sido arrancado el grupo o que está en condición plena de arranque. Las condiciones de fallas de control eléctrico más usuales que se dan son:

| Equipo | Descripción de la Falla |
|-------------------------------|--|
| Criva Vibratoria (CV1). | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| Elevador de Cangilones (EC1). | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Falla por frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| Gusano (GU1) | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| | Falla inductivo indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| Rodillo y Destructor de sacos | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| Filtro de Desempolvado | Falla activación señal filtro de desempolvado. |

Tabla VI. Condición de falla por equipo

Las paradas por condiciones de falla en el área de recirculación de cemento de cualquier máquina son críticas y el control que se realiza sobre dicha área es:

- Desconexión total e inmediata de los equipos de dicha área de recirculación.
- Desconexión de los equipos inmersos en la vía de transporte, los cuales estaban siendo usados para alimentación de dicha máquina.
- Cierre de las válvulas modulante y de corte que alimentan de material al transporte para evitar de esta que mas producto ingrese y se produzcan derrames del producto.

3.3 RUTAS DE TRANSPORTE.

El área de transporte de material es una de las más importantes del proceso, y se basa fundamentalmente en el proceso de selección de la ruta de transporte, dicha selección se la realiza bajo tres parámetros:

- Selección de la máquina donde se va enviar el material.
- Selección del elevador a utilizar.
- Selección del silo a extraer, esta selección se la realiza de manera indirecta al presionar sobre el botón de color rojo que se encuentra sobre cada silo.

El sistema de control recibe las selecciones mencionadas desde el cuarto de control, dicha activación de selecciones son guardadas, luego estas selecciones dan al control la decisión de que ruta debe activarse, esto lo realiza de manera secuencial.

3.3.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

El transporte del producto se la realiza por medio de aerodeslizadores, ventiladores, compuertas distribuidoras, elevadores de cangilones, válvulas actuadas, válvulas modulantes, etc. La tabla VII muestra el detalle de la instrumentación involucrada en esta área.

La figura 3.5 muestra la disposición de los equipos del área de transporte.

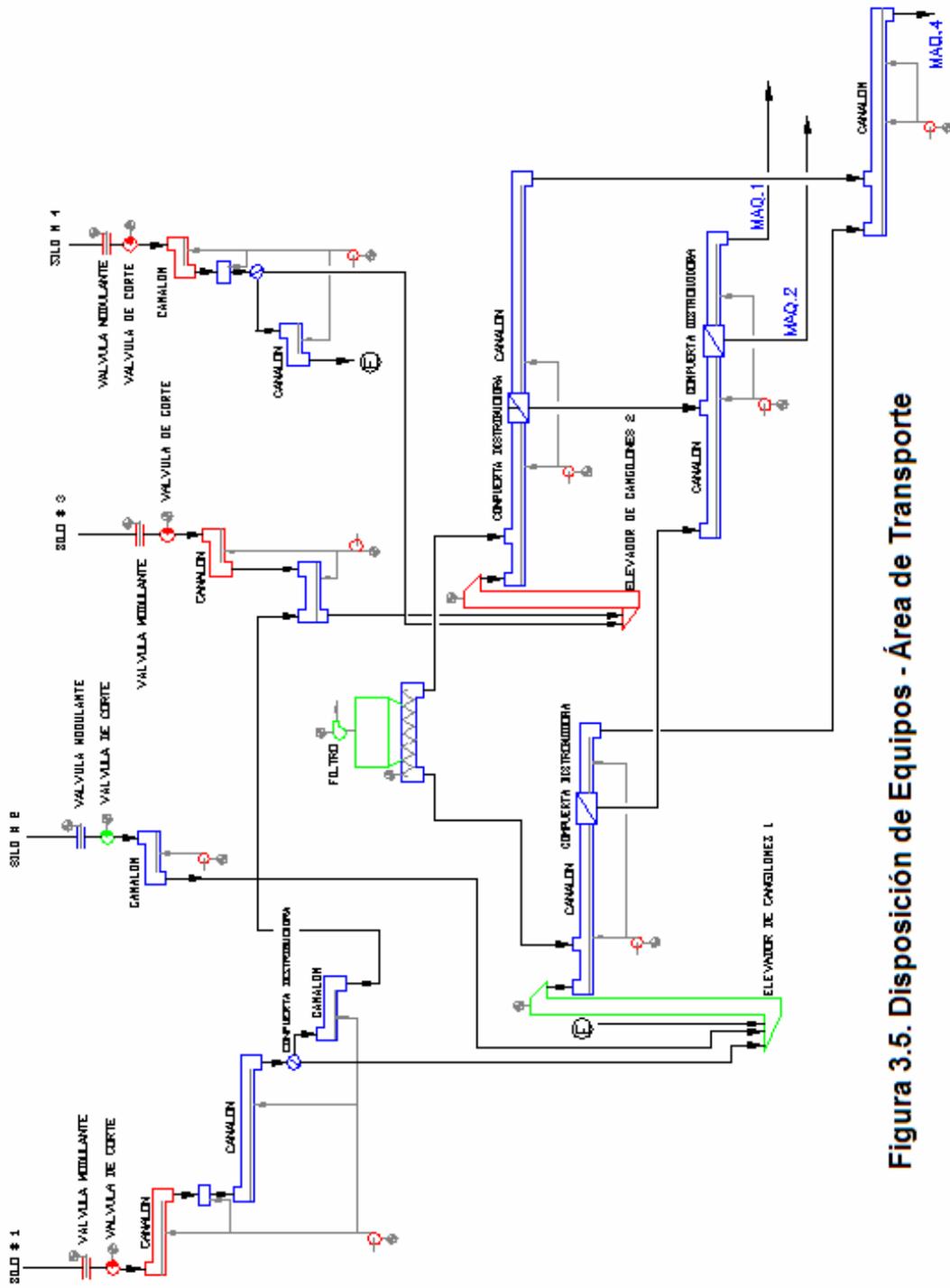


Figura 3.5. Disposición de Equipos - Área de Transporte

| Equipo | Instrumentación | Tipo de señal. | Descripción |
|---------------|--|--|---|
| 611-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 612-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 613-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 614-VE1 | Ninguna. | | Ninguna. |
| 61X-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 61X-VE3 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 61X-VE4 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 61X-VE5 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 61X-EC1 | Sensor de nivel de pozo tipo capacitivo. | Señal Digital 24 Vdc | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Sensor tipo inductivo Miltronix. | Señal Digital 24 Vdc | Frecuencia de baldes elevador funcionando |
| | Switch de piola. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| | Transformador de corriente. Transductor de corriente. | Relación de 200:5. Medición de 0-5 A a 4-20 mA. | Medición de carga del elevador. |
| 61X-EC2 | Sensor de nivel de pozo tipo capacitivo. | Señal Digital 24 Vdc | Nivel alto de pozo del elevador. |
| | Sensor tipo inductivo Miltronix. | Señal Digital 24 Vdc | Frecuencia de baldes elevador funcionando |
| | Switch de piola. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| | Transformador de corriente. Transductor de corriente. | Relación de 200:5. Medición de 0-5 A a 4-20 mA. | Medición de carga del elevador. |
| 611-CD1 | Sensores de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de apertura en sentido X y Y. |
| 614-CD1 | Sensores de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de apertura en sentido X y Y. |
| 61X-CD1 | Sensores de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de apertura en sentido X y Y. |
| 61X-CD2 | Sensores de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de apertura en sentido X y Y. |
| 61X-CD3 | Sensores de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de apertura en sentido X y Y. |

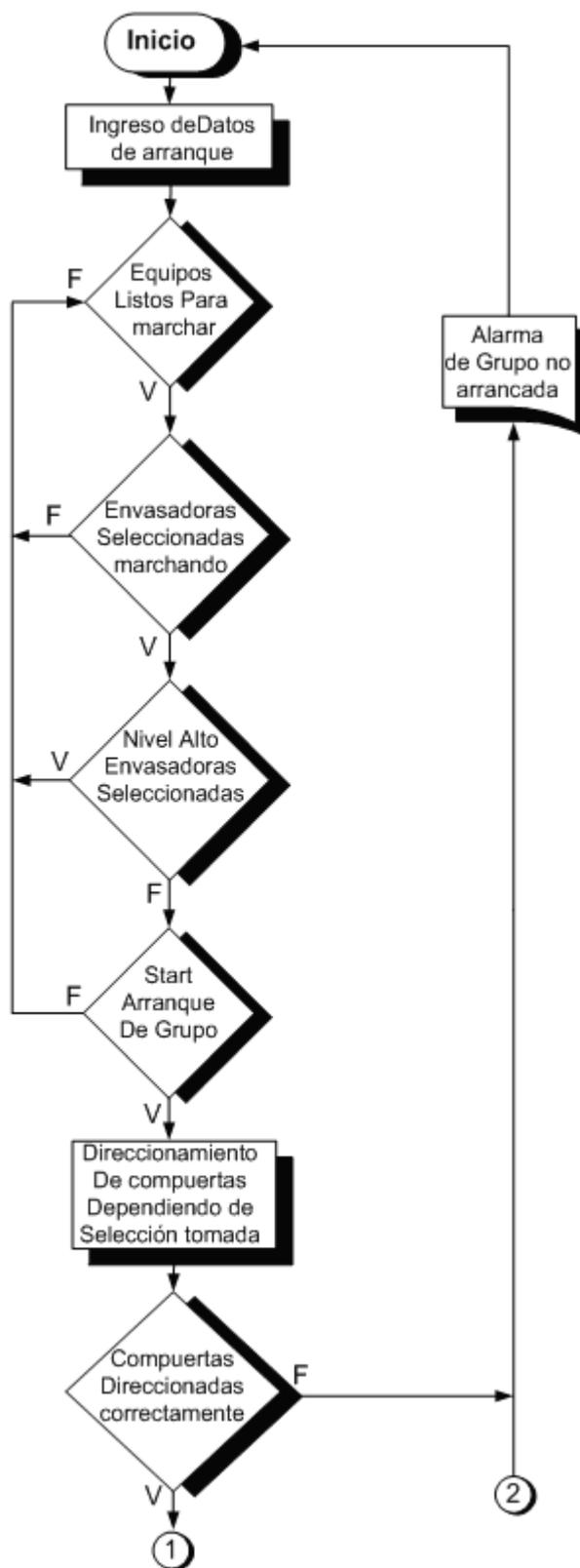
| | | | |
|---------|--------------------------------------|------------------------------|--|
| 611-CQ7 | Válvula Neumática | Señal Digital 110 Vac | Equipo para apertura de alimentación con accionamiento neumático. |
| | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de cierre de válvula. Indicador de apertura de válvula. |
| 612-CQ9 | Válvula Neumática | Señal Digital 110 Vac | Equipo para apertura de alimentación con accionamiento neumático. |
| | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de cierre de válvula. Indicador de apertura de válvula. |
| 613-CQ7 | Válvula Neumática | Señal Digital 110 Vac | Equipo para apertura de alimentación con accionamiento neumático. |
| | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de cierre y apertura de válvula. |
| 614-CQ7 | Válvula Neumática | Señal Digital 110 Vac | Equipo para apertura de alimentación con accionamiento neumático. |
| | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de cierre y apertura de válvula |
| 611-CF1 | Válvula dosificadora de cemento. | Señal Digital 110 Vac | Activación de válvula para Apertura y cierre |
| | | Señal análoga 4-20 mA | Indicador de posición |
| 612-CF1 | Válvula dosificadora de cemento. | Señal Digital 110 Vac | Activación de válvula para Apertura y cierre |
| | | Señal análoga 4-20 mA | Indicador de posición. |
| 613-CF1 | Válvula dosificadora de cemento. | Señal Digital 110 Vac | Activación de válvula para Apertura y cierre |
| | | Señal análoga 4-20 mA | Indicador de posición. |
| 614-CF1 | Válvula dosificadora de cemento. | Señal de Digital de 110 Vac. | Activación de válvula para Apertura y cierre |
| | | Señal análoga 4-20 mA | Indicador de posición. |
| 61X-FT1 | Ninguna. | | Ninguna. |
| 61X-VE1 | Ninguna. | | Ninguna. |
| 61X-GU1 | Sensor de movimiento tipo inductivo. | Señal Digital 24 Vdc | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |

Tabla VII. Instrumentación de cada equipo área de transporte

3.3.2 ARRANQUE DE PROCESO.

Para iniciar el proceso de arranque de transporte de materiales se debe tener varias condiciones, entre estas, que todos los equipos del área de recirculación encendidos, no tener nivel alto en la tolva de alimentación de dicha máquina, todos los equipos del área de transporte deben estar dispuestos para marchar sea cual fuere la envasadora (la señal del equipo dispuesto para marchar es proporcionada por el contacto auxiliar del breaker y térmico que constan en cada uno de los arranques). Luego de tener todas las condiciones se tendrá que tomar la selección de la ruta de transporte deseada, después se procede a escoger el silo de almacenamiento y luego la máquina envasadora en el área de recirculación la cual debe estar arrancada previamente, una vez seleccionada la ruta se procederá a activar la alarma de arranque, para luego dar marcha al grupo de equipos seleccionados.

El diseño de arranque se lo ha estructurado de manera secuencial según las condiciones del proceso, de manera que cada arranque de paso a otro arranque con un tiempo definido. Los arranques se lo realizaran en el orden que muestra el diagrama de flujo en la figura 3.6:



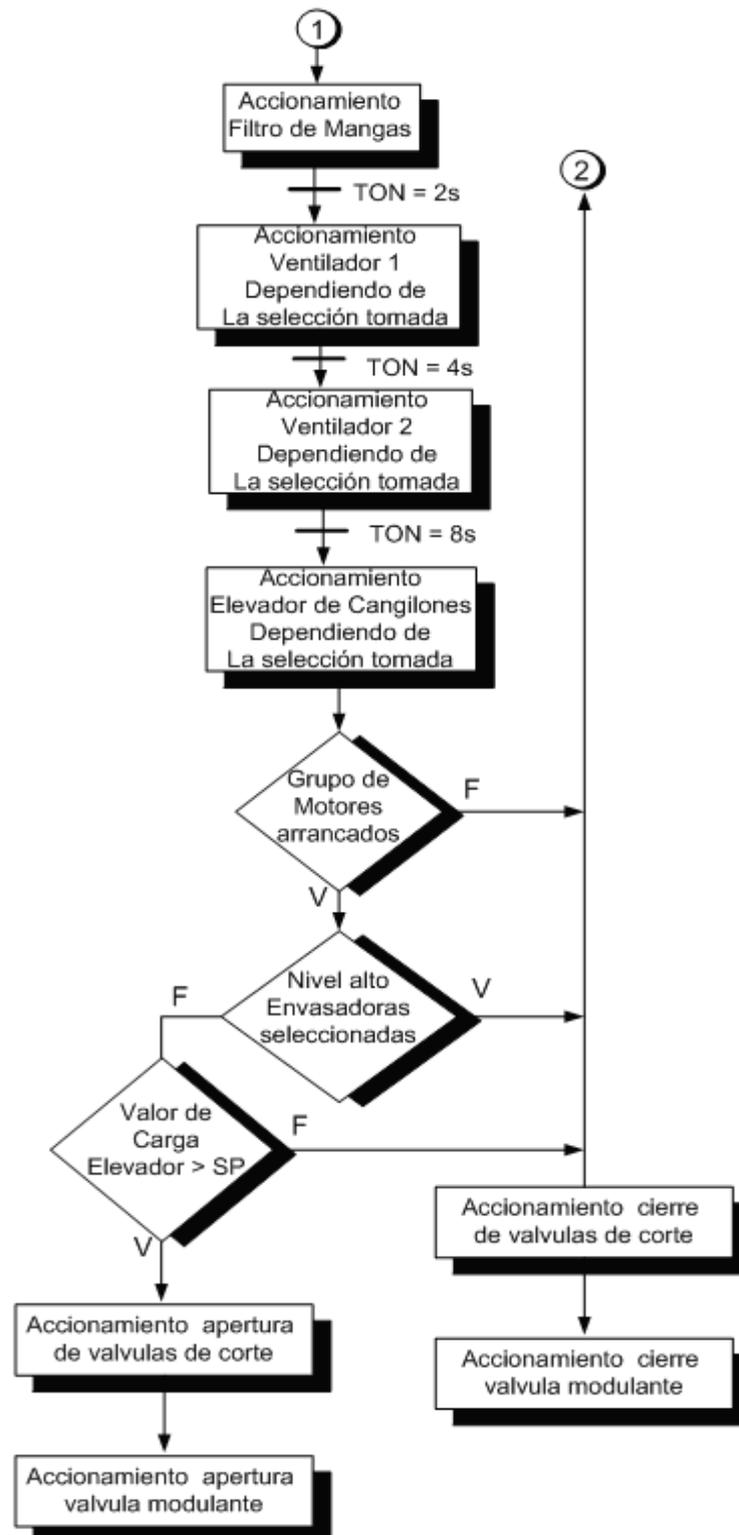


Figura 3.6: Arranque del transporte de material hacia las envasadora.

La secuencia de arranque depende de las necesidades del sistema:

- Una envasadora puede ser abastecida por uno o dos silos a la vez, por un mismo elevador, y por una misma vía de transporte.
- En el caso de las envasadoras 1 y 2 que se encuentran abastecidas por un mismo aerodeslizador, pueden ser llenadas ambas máquinas por uno o dos silos a la vez, por un mismo elevador, y por una misma vía de transporte. Para esta opción el control dispondrá de temporizadores para registrar el tiempo de llenado de cada máquina, o el uso de los niveles altos de cada máquina para dar paso a la otra máquina, esta opción se desarrolló por la rapidez de envasado de las máquinas nuevas.
- No existe la condición de llenado con tres silos, existen seguridades para que no se realice dicha acción debido al exceso de material que esta selección provocaría.
- No existe condición de llenado hacia las tres máquinas, debido a la disposición física del sistema de transporte, y por el tiempo largo de ejecución para el llenado de cada tolva de alimentación de las envasadoras, las cuales se quedarían sin producto.

Para todas estas selecciones se debe tomar en cuenta las disposiciones de las vías de transporte hacia cada máquina envasadora.

Hay que tomar en cuenta que es la segunda área al ser arrancada, y posee seguridades para que no arranque sin previamente haber arrancado el área de recirculación de la máquina seleccionada. Además cabe mencionar que los sensores de nivel ubicados en la tolva del área de recirculación realiza control sobre las válvulas de alimentación de cada silo (modulante y de corte) para inmediatamente cerrarlas y evitar derrames en el área de recirculación.

3.3.3 PARADA NORMAL DE PROCESO

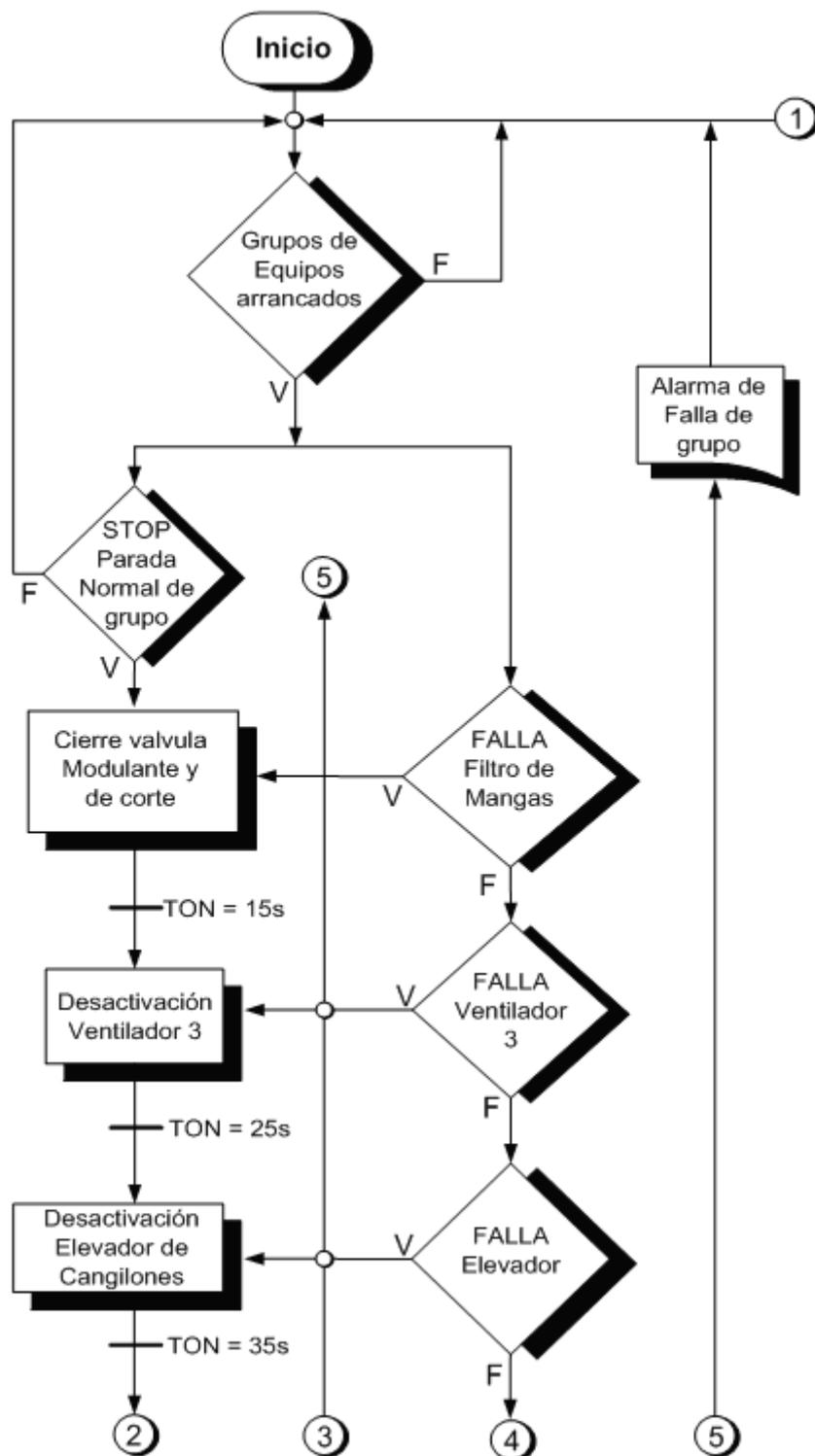
La parada del proceso de transporte en condiciones normales se lo realiza cada fin de semana o en el momento de algún mantenimiento.

Para cambiar de silo no es necesario parar la ruta de transporte solo es necesario cancelar la selección tomada con el botón “Cancelar Selección” desde el cuarto de control, una vez cancelada la selección se podrá dar arranque desde otro silo, cabe mencionar que al realizar la acción de cancelar obtendremos de manera inmediata el cierre de las válvulas modulantes y de corte de dicho silo, además luego de un tiempo estimado se detiene el ventilador, el cual ingresa aire al aerodeslizador que conecta al silo con los elevadores principales.

La parada es de manera consecutiva y depende de la selección tomada, además el último equipo arrancado en el grupo es el primero en detenerse. El proceso de igual manera posee tiempos definidos para detener cada una de las máquinas, este

tiempo debe ser considerable para que no quede material en el área y en el momento del nuevo arranque no halla problemas de sobrecarga por exceso de material en los aerodeslizadores.

Para poder parar el proceso de transporte es necesario que el área de extracción de material este completamente detenida y se recomienda que las tolvas de los silos lleguen a su nivel bajo, condición que tiene por efecto que no quede material dentro de la tolva y cause obstrucción en el momento de ser arrancado nuevamente. La parada se realiza como muestra el diagrama de flujo a continuación en la figura 3.7:



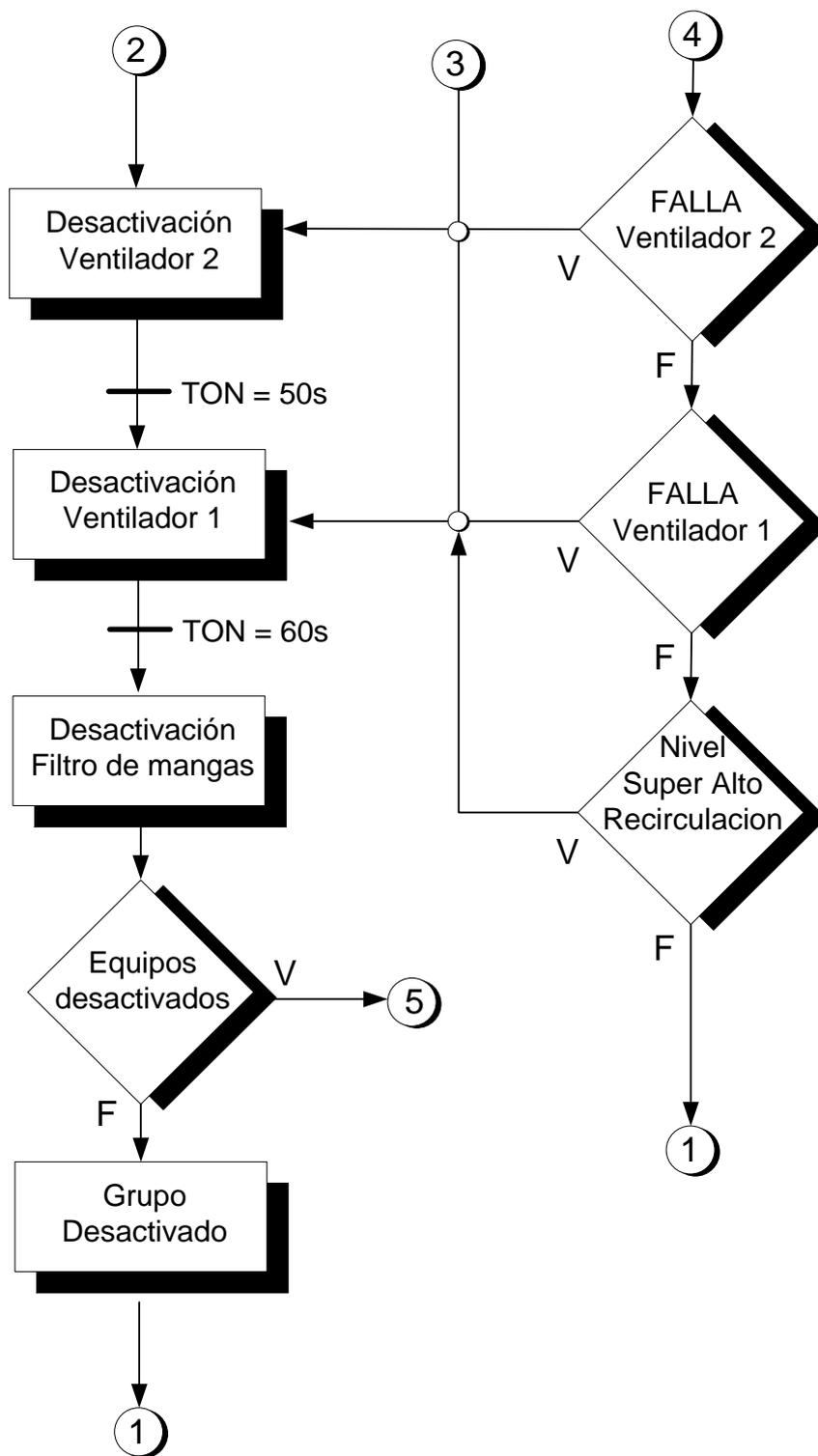


Figura 3.7: Parada del transporte de material hacia las envasadoras.

3.3.4 PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA.

Las paradas por condiciones de falla son aquellas que indican que algún equipo esta detenido luego de haber sido arrancado el grupo o en condición plena de arranque.

Es indispensable el buen funcionamiento de los equipos nombrados anteriormente caso contrario el control que se realice sobre dicha área es:

- Desconexión total e inmediata de los equipos del área de transporte, dependiendo de la posición física. En ese caso se detendrán de manera inmediata los equipos ubicados físicamente antes del equipo en falla y luego dependiendo de su tiempo los equipos ubicados después del mismo en el grupo de parada, con el fin de facilitar el mantenimiento por la avería, y una mejor limpieza de los aerodeslizadores.
- Parada de los equipos inmersos en el silo de extracción de cemento, los cuales estaban siendo usados para la alimentación del sistema de transporte.
- Cierre de las válvulas modulante y de corte que alimentan de material al transporte para evitar de esta que más producto ingrese y se produzcan derrames del producto. Las válvulas modulante y de corte no solo actúan con las fallas mencionadas, sino también por las siguientes fallas:
 - a) Compuertas distribuidoras no cerradas totalmente, señal que es enviada por el sensor inductivo que denota la posición de dicha compuerta.
 - b) Filtro de mangas general parado, en las cuales incluyen las señales del ventilador y su transportador tipo gusano.

Las condiciones de fallas de control usuales que se dan son:

| Equipo. | Descripción de la falla. |
|--------------------------------------|---|
| 661-TL1 | Falla activación nivel súper alto. Dependiendo de la selección del transporte. |
| Falla de equipos área recirculación. | Esta falla obliga a detener de manera inmediata el transporte de materiales |
| 611-VE1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 612-VE1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 613-VE1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 614-VE1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| 61X-VE2 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| 61X-EC1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| | Nivel alto de pozo del elevador. Esta condición no para el sistema de transporte solo cierra válvulas de ingreso de producto. |
| | Falla por frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| 61X-EC2 | Indicador de rotura de cadena del elevador |
| | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |
| | Nivel alto de pozo del elevador. Esta condición no para el sistema de transporte solo cierra válvulas de ingreso de producto. |
| | Falla por frecuencia de baldes con elevador en funcionamiento. |
| | Indicador de rotura de cadena del elevador. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |

Tabla VIII. Condición de falla por equipo transporte

3.4 SISTEMAS IBAU.

El área de extracción de cemento se la realiza en cuatro silos diferentes, la extracción se da en un espacio del cono dentro del silo, cabe mencionar que el cemento fluye de manera normal debido a presión por gravedad ejercida en las paredes del silo, a la temperatura del producto, en conjunto con el sistema de aireación que hace que el cemento fluya libremente hasta compuertas que se encuentran distribuidas alrededor del silo, de estas compuertas salen aerodeslizadores o canalones hasta la tolva de alimentación del sistema de transporte, además dicha tolva posee dos válvulas una modulante, y una válvula de corte.

El control del sistema de extracción de cemento se lo realiza a través de la apertura y cierre de válvulas en forma secuencial las cuales se encuentran alrededor del silo de extracción, estas permiten el ingreso del producto dentro de la tolva de alimentación la cual posee niveles para detener o accionar el llenado secuencial, que es la que provee el material al sistema de transporte. Las válvulas modulante y de corte ubicadas a la salida tienen la función de variar la carga de producto dependiendo de la carga que posea los elevadores de cangilones principales.

La función principal del control del sistema de extracción de cemento es de abastecer de producto a las diferentes vías de transporte, la extracción se la puede realizar con dos silos hacia una máquina, o con un silo dependiendo de la necesidad de alimentación de producto a las envasadoras.

3.4.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

El área de extracción de cemento posee la misma distribución de equipos para cada uno de los silos.

La extracción del producto se la realiza por medio de compresores de aire, ventiladores, tolva de abastecimiento de producto, filtro de mangas, extractor de aire, electro válvulas para ingreso de aire, electroválvulas para el ingreso de producto hacia la tolva, etc. La tabla IX muestra el listado de instrumentación involucrada en el área de extracción.

El grafico de la figura 3.8 muestra la disposición de los equipos de extracción de cada silo.

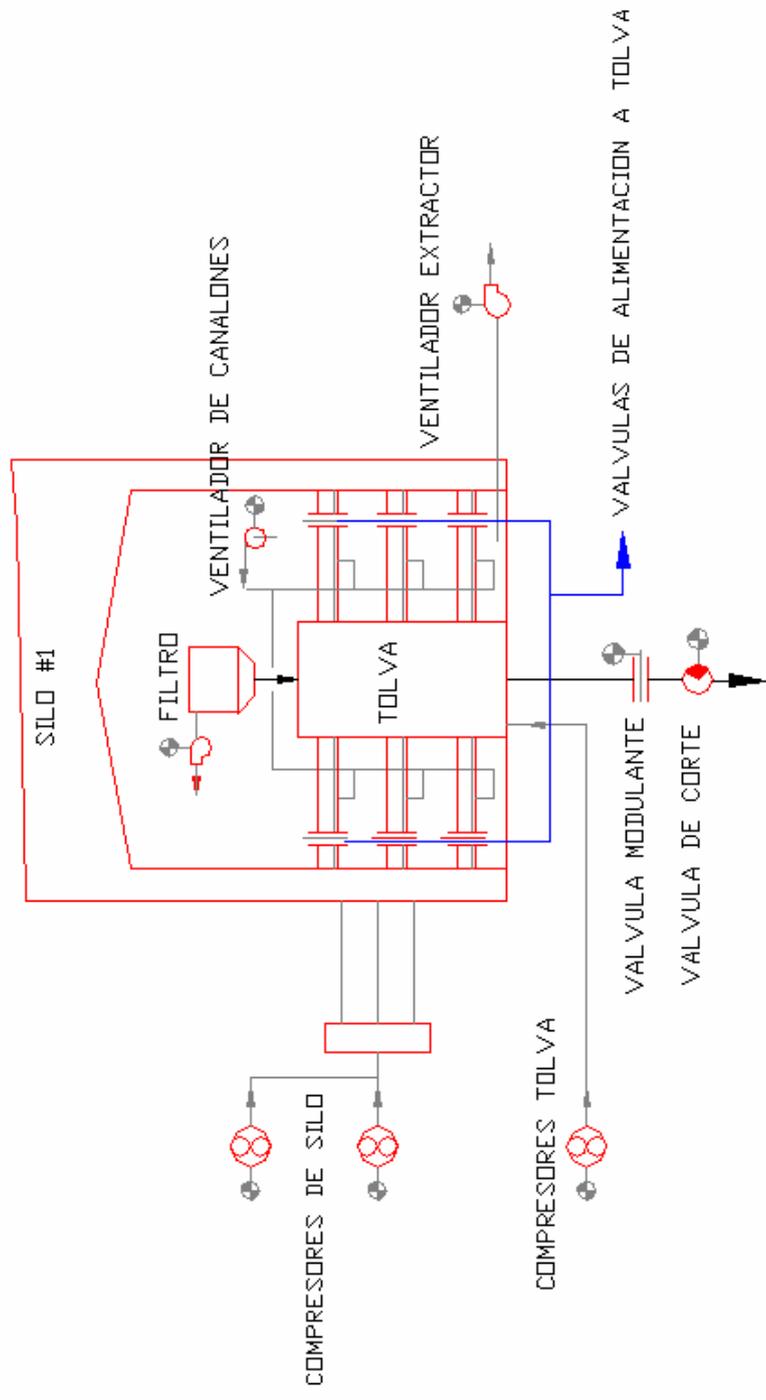


Figura 3.8. Disposición de Equipos - Área de Extracción

Silo 1

| Equipo. | Instrumento | Tipo de señal. | Descripción. |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|--|
| 611-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 611-TL1 | Sensor de nivel capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, alto, mínimo. |
| 611-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 611-VE3 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 611-SR1 | Switch flujo aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador ingreso de aire |
| 611-SR2 | Switch flujo aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso de aire al sistema |
| 611-SR3 | Switch flujo aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso de aire al sistema |
| 611-ES1 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-ES2 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-ES3 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-ES4 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-ES5 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-ES6 | Switch posición | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de la válvula de aire |
| 611-AZ1 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura de válvula ingreso de producto |
| 611-AZ1 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador de cierre de válvula ingreso de producto |
| 611-AZ2 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura de válvula ingreso de producto Indicador de cierre de válvula ingreso de producto |
| 611-AZ3 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura de Válvula ingreso de producto. Indicador de cierre de válvula Ingreso de producto. |
| 611-AZ4 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura de Válvula ingreso de producto. Indicador de cierre válvula Ingreso de producto. |
| 611-AZ5 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso de producto. Indicador de cierre de válvula Ingreso de producto. |
| 611-AZ6 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura de Válvula ingreso de producto. Indicador de cierre de válvula Ingreso de producto. |

Silo 2.

| Equipo | Instrumento | Tipo de señal | Descripción |
|---------|----------------------------------|---------------------|--|
| 612-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 612-TL1 | Sensor de nivel tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, alto, mínimo |
| 612-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 612-GU1 | Sensor movimiento inductivo. | Ninguna. | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 612-VE3 | Ninguna. | Señal Digital 24Vdc | Ninguna. |
| 612-SR1 | Switch flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador ingreso aire al sistema |
| 612-SR2 | Switch flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador ingreso aire al sistema |
| 612-SR3 | Switch flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador ingreso aire al sistema |
| 612-SR4 | Switch flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador ingreso aire al sistema |
| 612-ES1 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES2 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES3 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES4 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES5 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES6 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES7 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-ES8 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 612-AZ1 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 612-AZ2 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 612-AZ3 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 612-AZ4 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 612-AZ5 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |

Silo 3

| Equipo. | Instrumento | Tipo de señal. | Descripción. |
|----------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 613-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 613-TL1 | Sensor de nivel capacitivo | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, alto y mínimo. |
| 613-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 613-VE3 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 613-SR1 | Switch de flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso de aire al sistema. |
| 613-SR2 | Switch de flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso de aire al sistema. |
| 613-SR3 | Switch de flujo de aire. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso de aire al sistema. |
| 613-ES1 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-ES2 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-ES3 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-ES4 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-ES5 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-ES6 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 613-AZ1 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 613-AZ2 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 611-AZ3 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 613-AZ4 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 613-AZ5 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |
| 613-AZ6 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador de apertura Válvula ingreso producto Indicador cierre válvula Ingreso de producto |

Silo 4

| Equipo. | Instrumentación. | Tipo de señal. | Descripción. |
|---------|---|---------------------|--|
| 614-VE1 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 614-TL1 | Sensor de nivel tipo capacitivo. | Señal Digital 24Vdc | Nivel máximo, alto, mínimo |
| 614-VE2 | Ninguna. | Ninguna. | Ninguna. |
| 614-GU1 | Sensor de movimiento Tipo inductivo. | Ninguna. | Indicador de rotura del matrimonio del gusano. |
| 614-VE3 | Ninguna. | Señal Digital 24Vdc | Ninguna. |
| 614-SR1 | Switch de flujo de aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso Aire al sistema. |
| 614-SR2 | Switch de flujo de aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso aire al sistema |
| 614-SR3 | Switch de flujo de aire | Señal Digital 24Vdc | Indicador de ingreso aire al sistema |
| 614-ES1 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-ES2 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-ES3 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-ES4 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-ES5 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-ES6 | Switch de posición. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura o cierre de válvula de aire |
| 614-AZ1 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura válvula ingreso producto |
| 614-AZ2 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura Indicador cierre Válvula Ingreso producto |
| 614-AZ3 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura Indicador cierre Válvula Ingreso producto |
| 614-AZ4 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura Indicador cierre Válvula Ingreso producto |
| 614-AZ5 | Sensores inductivos | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura Indicador cierre Válvula Ingreso producto |
| 614-AZ6 | Sensores inductivos. | Señal Digital 24Vdc | Indicador apertura Indicador cierre Válvula Ingreso producto |

Tabla IX. Instrumentación de cada equipo extracción de silos.

3.4.2 ARRANQUE DE PROCESO.

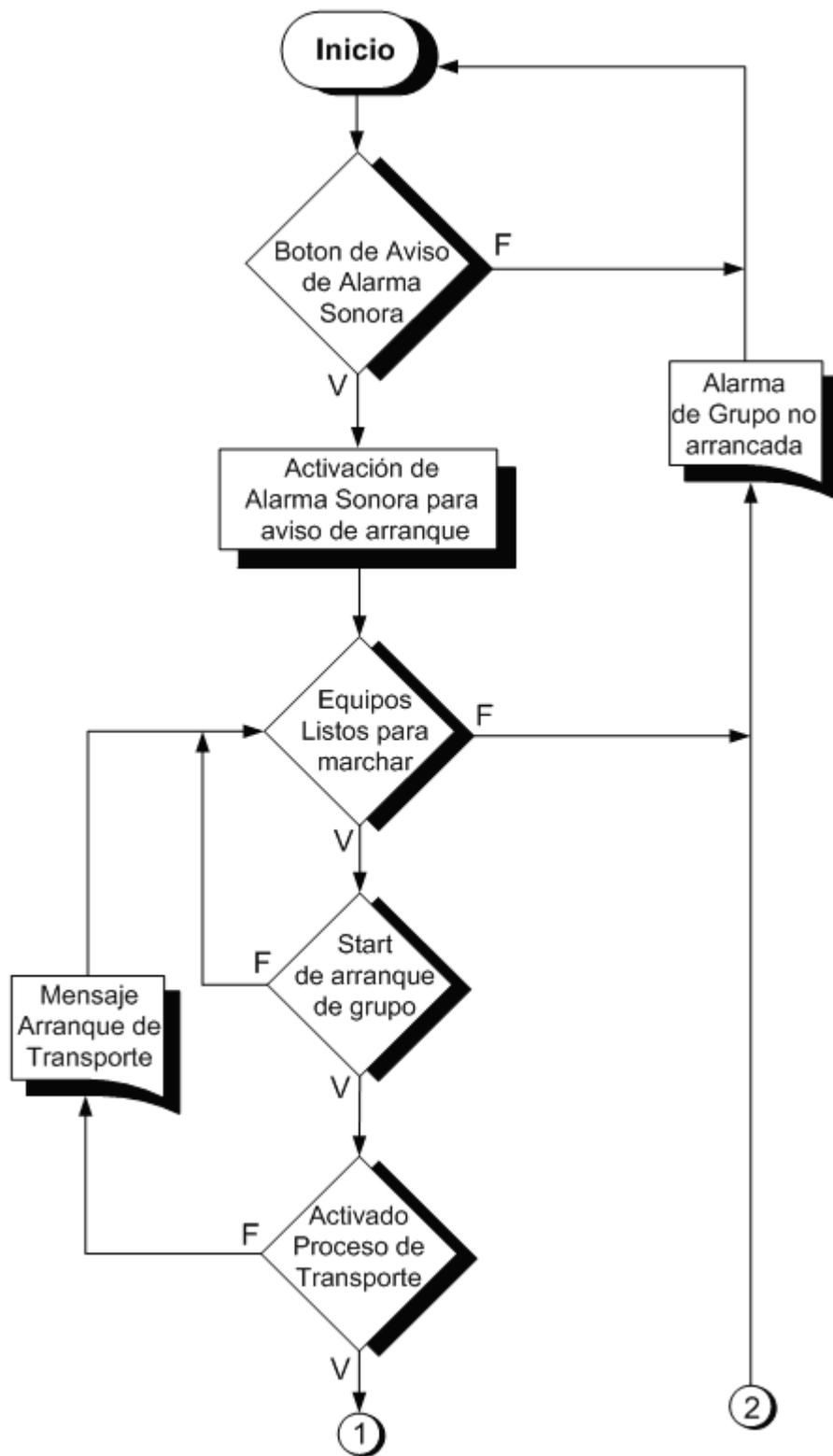
Para iniciar el proceso de arranque de extracción de cemento se debe tener varias condiciones, entre estas, que las áreas de transporte y de recirculación de producto se encuentren previamente encendidas, todos los equipos del área de extracción deben estar dispuestos para marchar, el sistemas de limpieza del interior del silo es arrancado independiente del sistema de llenado, y es arrancado antes que el sistema de extracción. El sistema de limpieza es arrancado desde el cuarto de control de forma independiente a la extracción como se indico previamente.

El diseño del arranque para la extracción de cemento se lo realiza por medio de los compresores de aire SR1 – SR2 los cuales inyectan la presión suficiente para que el cemento llegue a los canalones, donde existe válvulas neumáticas y electro válvulas que abren y se cierran de forma secuencial permitiendo el paso del producto desde el silo hacia los canalones, ambas poseen la misma secuencia de apertura; por ultimo el encendido del ventilador de alimentación de aire para los diferentes aerodeslizadores, teniendo el grupo de extracción en funcionamiento se llenará la tolva para el abastecimiento de producto a las diferentes vías de transporte.

Cuando llegue a su nivel alto se apagarán y cerrarán todos los equipos mencionados, hasta que el nivel de la tolva llegue a su nivel bajo donde volverán arrancarse de manera automática, este ciclo lo realizara hasta que sea parado por falla del proceso o por su respectiva botonera de parado en condiciones normales.

Cabe mencionar que la activación del compresor SR3, que es el encargado de inyectar aire por debajo de la tolva para el producto salga libremente se la realiza en el momento de arranque del sistema de transporte de material.

Los arranques se los realizarán en el orden que muestra el diagrama de flujo en la figura 3.9:



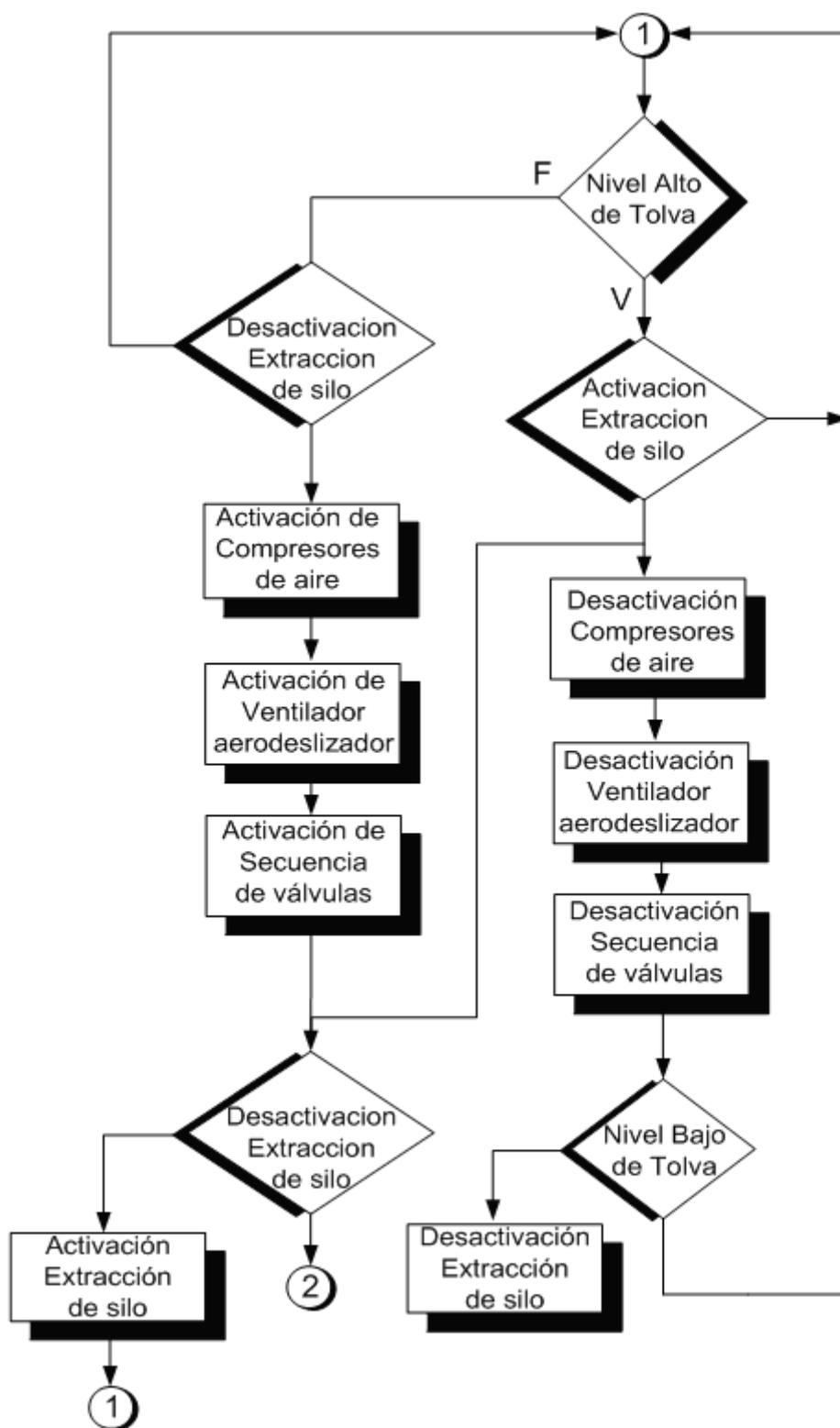
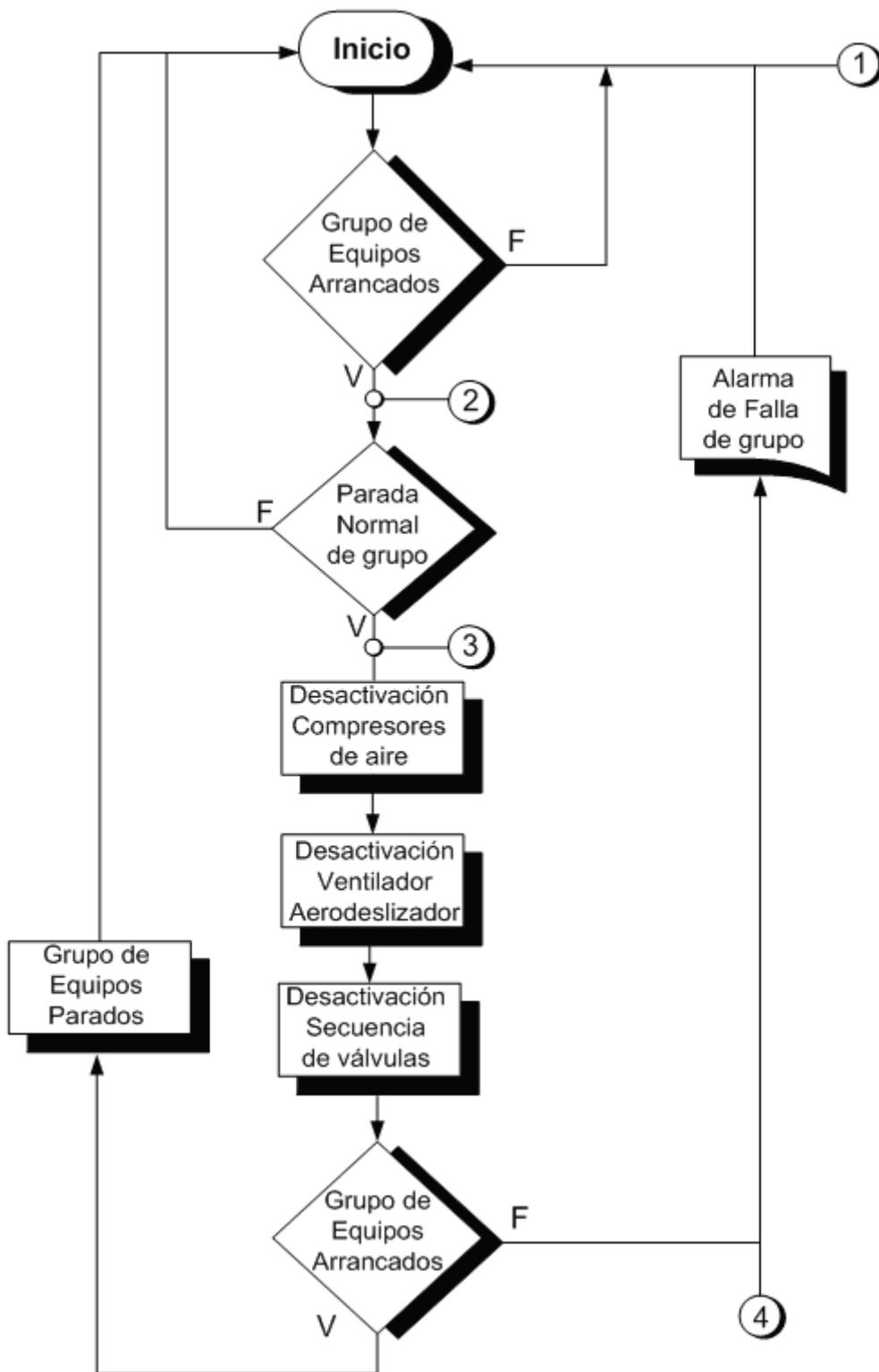


Figura 3.9: Arranque del sistema de extracción de silos.

3.4.3 PARADA NORMAL DE PROCESO.

El proceso de extracción de producto es el primer proceso en ser parado, además éste se lo realiza de manera consecutiva parando compresores de aire, luego cerrando válvulas, y por último parando el ventilador de aireación de canalones con el afán de que no quede residuos de producto. El proceso de igual manera posee tiempos de parada definidos que son mayores, en comparación a los tiempos de arranque los cuales se realizan de manera inmediata.

Al parar el proceso de extracción se debe dar tiempo suficiente para que las tolvas de los silos lleguen a su nivel bajo, para que no quede material dentro de la tolva. La parada se realiza como muestra el la figura 3.10 del diagrama de flujo a continuación.



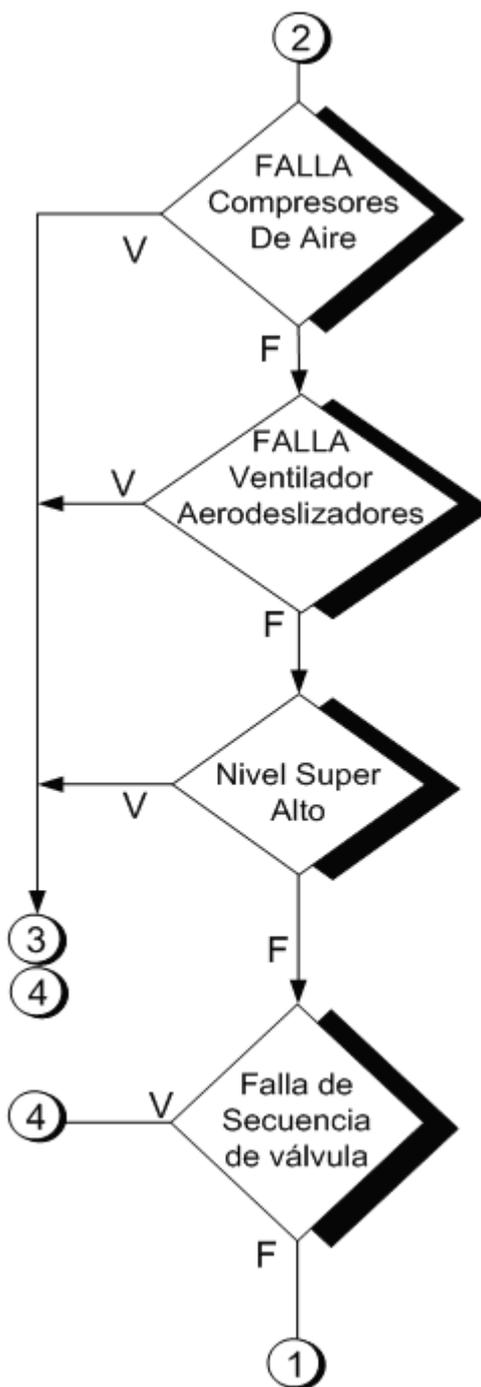


Figura 3.10: Parada del sistema de extracción de silos.

3.4.4 PARADA DE PROCESO EN CONDICIONES DE FALLA.

Las paradas por condiciones de falla en el área de extracción son aquellas que me indican que algún equipo esta detenido luego de haber sido arrancado el grupo o en condición plena de arranque, además si el nivel súper alto de la tolva ha sido accionado.

Las condiciones de fallas de control eléctrico más usuales que se dan son:

| Equipo. | Descripción de la falla. |
|----------------|---|
| 61X -TL1 | Falla activación del nivel súper alto. Dependiendo de la selección del transporte. |
| 61X-SR1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 61X-SR2 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 61X-SR3 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico sobrecarga. |
| 61X-VE1 | Falla por falta energía o breaker disparado. |
| | Falla por no retenimiento de contactor. |
| | Falla por térmico de sobrecarga. |

Tabla X. Instrumentación equipo falla extracción silo.

La falla de los equipos nombrados anteriormente pueden causar las siguientes acciones:

- Desconexión total e inmediata de los equipos del área de extracción.
- Hay que mencionar que el filtro y ventilador de extractor no se paran por causa de falla del sistema de extracción, de la misma forma el compresor de aire SR3 que es accionado con el sistema de transporte de producto.
- La falla por la no apertura de válvulas en su activación secuencial, no paran el proceso de extracción, pero generan una alarma informativa.

CAPITULO IV

OPERACIÓN Y EJECUCION DEL SISTEMA UTILIZANDO EL (HMI)

En el desarrollo del SCADA (Sistema de control y adquisición de datos), el HMI (Interfase hombre-máquina) y el PLC (controlador lógico programable) juegan un papel muy importante en la ejecución del sistema ya que el primero involucra todas las pantallas de operación, ejecución y monitoreo de todo el proceso, y el segundo es donde reside toda las secuencias de operación del sistema, es el cerebro controlador de toda la lógica de proceso.

En el medio de la automatización industrial existen varios HMI desarrollados por distintas compañías, para el caso de nuestra tesis hemos usado el software InTouch 9.5 principalmente porque es el estándar en la planta de cemento y es el más utilizado en el país, aparte de su facilidad de manejo y por la compatibilidad que tiene con el PLC seleccionado, en este capítulo estudiaremos todo lo referente a este HMI, sus diferentes aspectos de uso, sus ventajas, características etc., el estudio del controlador lógico programable lo dejaremos para el capítulo siguiente.

InTouch HMI para monitoreo y control de procesos industriales ofrece una sobresaliente facilidad de uso, creación y configuración de gráficos. Permite a los usuarios la creación y puesta en marcha de aplicaciones para la captura de información en tiempo real. Las aplicaciones creadas con InTouch son lo suficientemente flexibles para cubrir las necesidades y permitir su ampliación para el acondicionamiento a futuros requerimientos de la planta.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL INTOUCH 9.5.

El InTouch de Wonderware 9.5 software de visualización, es un HMI (interfase hombre-máquina) poderoso en la automatización industrial para el control y monitoreo de procesos. El InTouch permite al usuario visualizar y controlar procesos industriales proporcionando un fácil uso del mismo, además de un ambiente de desarrollo y funcionalidad extensa para crear rápidamente aplicaciones de automatización que conectan y entregan en tiempo real información importante del proceso.

Wonderware además de ser la compañía que elabora el InTouch es el principal proveedor de software para la automatización industrial en el mundo. Fueron los pioneros en el uso del sistema operativo Microsoft Windows para la manufactura en 1989 del primer paquete de interfase hombre-máquina (HMI) orientado a objetos. Son la primera compañía en llevar el HMI al sistema operativo Windows y en introducir la facilidad de uso a las aplicaciones para la automatización industrial.

Hoy por hoy, seleccionar el software adecuado para manejar un proceso de automatización industrial requiere tanto seleccionar el proveedor correcto como determinar las características específicas ofrecidas por las ventajas del software. El InTouch siempre ha significado que los usuarios cuentan con un sólido respaldo en términos de desarrollo, de soporte y en términos de economía para la empresa.

El InTouch cuenta con la posibilidad de configurar alarmas, controlar eventos, intercambiar datos, etc. La conectividad abierta a la selección de dispositivos de entradas y salidas en el área de la producción de la planta le permite conectarse en interfase con más equipos que otros HMI disponibles en la actualidad.

4.1.1 BONDADES DEL INTOUCH 9.5 EN LA AUTOMATIZACION.

El HMI InTouch 9.5 es un software abierto y flexible lo que facilita el funcionamiento con la gran mayoría de controladores y dispositivos de campo utilizados para la automatización industrial.

Una de las bondades es el poder y versatilidad del InTouch 9.5 ya que combina los adelantos en la realización de gráficos permitiendo el desarrollo de una aplicación en forma rápida y con una amplia libertad de modificación.

El componente de visualización del InTouch, es un generador de aplicaciones HMI gráfico, orientado a objetos, de 32 bits y basado en Windows para la automatización industrial, el control de proceso y el monitoreo de supervisión. InTouch permite una sola visualización integrada en tiempo real de todos los recursos de control e información en un ambiente de fábrica. En una sola pantalla, el operador puede ver los interruptores, calibradores y medidores que indican la condición del proceso de producción. Y, lo que es más, ofrece una conectividad estándar abierta a la selección de dispositivos de entradas y salidas más amplia en el área de producción de la planta, una característica que le permite comunicarse con la mayoría de equipos usados en la automatización industrial de procesos.

La facilidad de uso del InTouch 9.5 permite a los usuarios y operadores familiarizarse con el software y crear rápidamente representaciones gráficas en tiempo real de cualquier proceso, además su fácil configuración simplifica el manejo en las comunicaciones del mismo.

Entre las principales prestaciones del InTouch 9.5 se pueden anotar las siguientes.

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso el programa total sobre el autómeta, bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador, y no sobre la del autómeta el cual es menos especializado para este tipo de cálculos, etc.

La capacidad de visualización de InTouch se extiende actualmente al Internet/Intranets. El personal administrativo y de producción puede ver información de la fábrica en tiempo real desde su escritorio o desde sus oficinas centrales. Lo anterior significa que los usuarios pueden darle seguimiento a las operaciones, el uso de equipo, los índices de producción y más desde todas sus ubicaciones remotas vía Internet. Además de visualizar datos desde diferentes puntos dentro de cada planta y verlos en la pantalla del computador en una variedad de formas: gráficas, tablas y gráficos de proceso. En conclusión el InTouch les permite a los usuarios y operadores recuperar información desde múltiples sitios, “en vivo” y simultáneamente.

4.1.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA Y LICENCIAS.

Para que el InTouch 9.5 pueda trabajar normalmente en un computador se recomienda lo siguiente.

Requerimientos de Hardware:

- Cualquier procesador mínimo Pentium 2.
- Al menos 40 GB de disco duro
- Al menos 256 MB de memoria RAM
- Tarjeta de video de 2 MB RAM
- La resolución de su aplicación va de la mano con la tarjeta de video y el monitor que se disponga.
- Dispositivos periféricos, mouse, teclado, impresora.
- Tarjeta de Red instalada si se requiere comunicación TCP/IP.

Requerimientos de Software:

A continuación se muestra una tabla de los sistemas operativos que son compatibles con InTouch 9.5.

- Windows 2003 Server con SP1.
- Windows 2003 Server.
- Windows 2000 Professional con SP4.
- Windows XP Professional con SP2.
- Windows XP Professional con SP1.
- Windows 2000 Professional con SP4.
- Windows 2000 Server con SP4.

Licencias del Software InTouch 9.5.

Para poder trabajar con el software se requiere que se encuentren instaladas en la computadora las licencias de InTouch. Estas licencias son conocidas como llave de hardware (hardware key) y llave de software (software key).

La llave de software debe ser instalada en un directorio especial dentro del disco duro de la computadora de control y de supervisión. La llave de hardware debe ser conectada al puerto paralelo de la computadora.

Si una de las dos llaves no está instalada en los sitios especificados, entonces la computadora mostrará un mensaje de precaución y el acceso al programa de control será negado.

IMPORTANTE: Se debe tener precaución con la llave de hardware y el uso del puerto paralelo; cualquier tarea de impresión puede ser realizada con la llave de hardware colocada en el puerto paralelo, sin embargo actividades de transferencia de datos a través de este puerto con la llave conectada pueden causar un daño irreparable a la misma, por lo que sí se desea realizar este tipo de actividades entonces la llave de hardware debe ser desconectada del puerto paralelo.

Existe una variedad importante de licencias para el InTouch, y estas se seleccionan de acuerdo a los requerimientos del HMI, el costo de estas varía de acuerdo a dos factores: el número de señales que maneje el sistema y estas pueden ir de 60 a 60000 señales y el otro factor es si la licencia es requerida para desarrollo o solo para ejecución de un sistema, a continuación explicamos este punto al detalle.

4.1.3 AMBIENTE DE DESARROLLO Y DE EJECUCIÓN

El software **InTouch** tiene dos ambientes de trabajo conocidos como: WindowMaker y WindowViewer.

El primero es el ambiente requerido para realizar el desarrollo de ingeniería de la interfase hombre-máquina, en este ambiente se crean todas las ventanas y pantallas que serán luego visualizadas por el operador del proceso para efectuar el control y supervisión del mismo. En este ambiente de desarrollo se elaboran los diferentes gráficos animados, botones de toque sensible, ventana de despliegues y además las configuraciones necesarias para conectar el HMI a él controlador. El Window Maker es uno de los dos elementos principales en el InTouch, es el ambiente de desarrollo de aplicaciones en el que constan todas las funciones y herramientas requeridas para la animación de objetos, ventanas sensitivas, etc. Permite recrear la planta en ventanas elaboradas mediante el uso de representaciones gráficas u objetos prefabricados en InTouch. A este ambiente solo puede acceder el desarrollador del interfase.

El WindowViewer es el ambiente para ejecutar o correr las aplicaciones desarrolladas con el WindowMaker y es el ambiente nativo de trabajo para cualquier operador del sistema. Desde este ambiente el operador no podrá hacer ningún cambio a la aplicación desarrollada.

Tanto el WindowMaker como el WindowViewer son archivos ejecutables que residen en la carpeta InTouch, la cual se crea al instalar el programa en el computador, la ruta donde se encuentran todos los ejecutables del software es C:\Archivos de programa\Wonderware\InTouch.

4.1.4 TENDENCIAS REALES E HISTORICAS.

Esta es una herramienta incluida en el sistema que permite especificar de forma dinámica diferentes fuentes de datos de archivos históricos o reales para cada una de las variables involucradas en el proceso. InTouch permite a los usuarios disponer de una cantidad sin precedentes de datos históricos y reales en un instante dado. La facilidad de poder visualizar señales de presión, temperatura, flujo, corriente, etc., hacen de esta herramienta una de las más indispensables en toda aplicación de InTouch.

Hasta ocho plumillas o graficadores de datos se pueden visualizar al mismo tiempo dentro del historiador y el límite para el número de (trends) pantallas de monitoreo a configurar es innumerable y depende específicamente de la capacidad del disco duro o de la configuración de la carpeta creada para guardar los datos históricos, dichos datos tienen como extensión .LGH. Cabe mencionar que InTouch es un software específicamente de visualización con ventajas innumerables de comunicación y no una base de datos industrial como por ejemplo el software InSQL de wonderware.

Las tendencias históricas proporcionan al usuario un data instantánea en tiempo y fechas pasadas de una manera dinámica, las tendencias en tiempo real difieren a las tendencias históricas en que estas últimas ejecutan un (QuickScript) algoritmo por acción del operador, la cual puede ser por medio de un botón creado en la ventana de monitoreo.

Los Gráficos de Tendencia Histórica son gráficos que muestran una imagen instantánea de datos correspondientes a una hora y fecha en el pasado. Este tipo de gráficos necesitan ser actualizados por medio de un script, una expresión o mediante una acción efectuada por el operador, de otra forma el no mostrará la gráfica correspondiente a un intervalo de tiempo actualizado en el que se incorpore la hora actual.

Como se había señalado anteriormente un máximo de ocho plumas pueden ser configuradas en un trend, pero si se requiere visualizar más señales se pueden crear botones de acceso a más pantallas de monitoreo lo que permitirá monitorear un número considerable de variables del sistema.

La función de tendencias históricas distribuidas permite especificar de forma dinámica diferentes fuentes de datos de archivos históricos para cada una de las plumas de un gráfico de tendencia. Como InTouch permite usar hasta ocho plumas por gráfico, los usuarios pueden disponer de una cantidad sin precedentes de datos históricos en un instante dado.

4.2 ELABORACIÓN Y DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE LAS ÁREAS INVOLUCRADAS EN EL SISTEMA.

La función del HMI es proporcionar al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se presenta mediante gráficos animados, brindando información a operadores, supervisores de control, mantenimiento, etc. El desarrollo del HMI entre el usuario y la planta se basa en paneles de control con una cantidad importante de indicadores luminosos, instrumentos de medida y pulsadores los cuales son representados lo mas fiel posible en las pantallas realizadas sobre el programa y que van a ser ejecutadas desde el computador.

En esta parte del capítulo analizaremos el desarrollo de la aplicación, como se realizaron cada una de las pantallas de interfase, describiéndolas con la intención que el lector tenga una idea de la forma y de las consideraciones principales que se deben tener en cuenta al desarrollar una aplicación de un HMI. InTouch incorpora funciones que aumentan su rendimiento, de las cuales hemos hecho uso para el desarrollo del proyecto, entre las más importantes tenemos:

Gráficos orientados a objetos. Los objetos y grupos de objetos pueden moverse, redimensionarse y animarse de forma más rápida y sencilla que los gráficos de mapa de bits. Las potentes herramientas de desarrollo orientadas a objetos, facilitan dibujar, organizar, alinear, disponer en capas, espaciar, rotar, invertir, duplicar, cortar, copiar, pegar, etc.

Enlaces de animación. Los enlaces de animación pueden combinarse para ofrecer tamaños, colores, movimientos y/o cambios de posición complejos. Incluyen entradas de contacto discretas, analógicas y de cadena; deslizadores horizontales y verticales; pulsadores discretos y de acción; pulsadores para mostrar y ocultar ventanas; enlaces de color

de línea, relleno y texto para valores, alarmas discretas y analógicas; enlaces de altura y anchura de objetos; enlaces de posición horizontal y vertical y mucho más.

Asistentes. InTouch incluye una biblioteca completa de asistentes complejos pre-configurados como interruptores, deslizadores y medidores, que el usuario puede modificar y duplicar libremente. Con frecuencia los asistentes utilizados pueden añadirse a la barra de herramientas de In-Touch para facilitar el acceso durante el desarrollo de aplicaciones. El Extensibility Toolkit permite a los usuarios y a desarrolladores, crear asistentes muy complejos, como un asistente de conversión de dibujos de AutoCAD.

Scripts. Este lenguaje de InTouch es tan potente, flexible y fácil de usar que se pueden crear scripts simplemente apuntando y haciendo clic, sin necesidad de tocar el teclado. También es posible escribir sus propias funciones de script y agregarlas al menú mediante el Extensibility Toolkit.

Referencia dinámica. Esta función permite cambiar las referencias de base de datos a etiquetas de entrada y salida durante la ejecución, lo que significa que los usuarios pueden cambiar en todo momento las referencias de datos para direcciones PLC, celdas de hojas de cálculo de Excel y referencias de intercambio dinámico de datos (DDE).

4.2.1 CONSIDERACIONES EN EL DESARROLLO DEL HMI.

Para la elaboración de las pantallas se deben tener en cuenta muchos factores tales como el tamaño y el color de las pantallas de visualización; así como el de los equipos a ser representados en el proceso procurando que el operador no se confunda entre el campo y lo que visualiza en las pantallas.

Entre los factores que el desarrollador de la interfase debe considerar esta el tipo de interacción que necesita los operarios con el sistema. Hay ocasiones en que el proceso será controlado por un operario, esta persona puede ser el responsable de iniciar y parar el proceso o de modificarlo para obtener un producto diferente, bien sea cambiando el tipo de componentes a utilizar o las cantidades de cada componente, la respuesta a esta pregunta nos dirá el tipo de Interfase Humano Máquina que es necesario usar para este proceso. Algunas características que necesita especificar el usuario en este paso son:

- *Cuántas pantallas son necesarias en el HMI?* Hay procesos en los cuales solo se requiere las características de control del PLC y no una extensa retroalimentación para el usuario.
- *Es necesario que esta pantalla despliegue valores numéricos solamente?* .Si no se necesitan mensajes, solo será necesario tener una pantalla con capacidad de despliegue de valores numéricos. Una pantalla que solo despliega valores numéricos es menos sofisticada que una pantalla que requiere desplegar caracteres alfabéticos y numéricos.

- *Se necesitaran mensajes al operario, como ser alarmas, información de variables de proceso, status del sistema?* En el caso de necesitar mensajes al operario, se debe pensar en una pantalla con capacidad de despliegue alfanumérico.
- *Cuántos mensajes se necesita desplegar: 5, 50, 500?* La respuesta a esta pregunta nos ayuda a determinar la cantidad de memoria que necesitamos en la pantalla.
- *Es necesario que la pantalla despliegue gráficos del proceso como bombas, tuberías, motores?* En este caso se necesita una pantalla con capacidad de despliegue de gráficos.
- *Es necesario que la pantalla pueda desplegar los valores en forma grafica mediante barras?* Los parámetros desplegados en forma gráfica se usan para definir “mejor” la información como tiempo de respuesta del operario, exactitud de la información asimilada, etc.
- *Es necesario que la pantalla sea a colores. O es suficiente la información en blanco y negro?* Muchos estudios han demostrado que el color permite una mejor asimilación de la información. Una pantalla a color, permite que las alarmas sean detectadas más rápidamente y con mayor exactitud. En aplicaciones donde se requiera un alto grado de seguridad, es mejor pensar en pantallas a color.
- *Cuales son los cálculos y operaciones que deben ser ejecutadas por el computador desde el HMI?, ya que el CPU de este es más versátil y más robusto para este tipo de soluciones que el del PLC.*

4.2.2 PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN.

En la elaboración de las pantallas de visualización se tomaron consideraciones tales como colores, símbolos, valores los cuales son de suma ayuda para un diseño muy parecido a lo que se tiene en la planta.

La dimensión de la mayoría de las pantallas son las mismas de la resolución del computador usado para operar la planta. Se utilizaron valores numéricos y datos de ingeniería de acuerdo al sistema a automatizar. A continuación se describen las pantallas de la interfase.

Descripción de las pantallas del Interfase.

Todas las pantallas constan de un menú superior, el cual consta de botones los que facilitarán la navegación por las áreas del proceso, además de acceder a las pantallas de monitoreo de señales, alarmas y arquitectura de red.

Pantalla principal y de seguridad.- Es la pantalla que aparece al ejecutar el sistema, aquí se ingresara el nombre de usuario y contraseña, hay que considerar que cada usuario tiene un nivel de acceso, dicho nivel de acceso es dado por el supervisor del área, el cual va a restringir el uso de la aplicación con dichos niveles. Luego de ingresar de forma correcta la información de usuario y contraseña se podrá acceder a cualquiera de las áreas del proceso conocida como envase, esta consta de un menú de navegación con botones, que poseen el nombre de cada una de las áreas, así los botones nos darán acceso hacia el sistemas de extracción de cemento, además desde el grafico de los cuatro silos de color plomo, que están ubicados en la parte central de la

pantalla, tendremos acceso hacia la etapa de transporte, en la parte central inferior se hayan las botoneras que permiten el acceso hacia cada una de las envasadoras de cemento y hacia su respectivo sistema de recirculación, por último en la parte inferior derecha se encuentra el acceso hacia la pantalla de monitoreo de la red de comunicación.

Pantallas de extracción de cemento.- Existen cuatro pantallas de extracción que corresponden a cada uno de los silos con que cuenta el sistema. Como se podrá observar en esta ventana se involucra la operación de todo el sistema extracción de cemento. El silo de almacenamiento en la parte central y dentro de él se ubican la tolva de llenado con sus respectivos sensores de nivel, el filtro de desempolvado, un ventilador extractor de polvo, y además compresores de aire que permiten la extracción del producto; los seis aerodeslizadores tipo araña de ingreso de cemento con sus respectivas válvulas de paso y de ingreso de aire, además de los tres compresores que suministran el aire para que circule el cemento en el silo y en la tolva de llenado. En el costado derecho de la pantalla se tiene un recuadro de color gris con botones azules, estos permiten el acceso al control de compresores y de filtros de extracción, así como de un estatus de los equipos involucrados en la etapa de extracción. Las cuatro pantallas inmiscuidas en el proceso cuentan con los mismos elementos.

Pantalla de transporte.- En esta pantalla se pueden observar todos los elementos involucrados en las rutas de transporte de cemento, que comprende desde la salida de los silos hacia los canalones que preceden a la etapa de recirculación. En la parte

superior de la pantalla se visualiza los cuatro silos de almacenamiento, a los cuales se puede acceder desde su respectiva pantalla de extracción si fuere necesario al dar clic sobre la flecha ubicada al costado de cada silo.

Siguiendo en el gráfico se encuentran otros recuadros donde se presenta el valor de corriente del motor el cual representa la carga del sistema, luego se encuentra la válvula de corte con su respectivo cuadro de status, las válvulas modulantes con su valor de porcentaje de apertura, otros de los elementos importantes que se observa en esta pantalla son las compuertas distribuidoras, las mismas que están graficadas en un color plomo y rojo y son las que en realidad hacen los enrutamientos hacia los elevadores de cangilones las unas y hacia las máquinas ensacadoras de cemento las otras. Los elevadores de cangilones muestran datos de corriente de motor como ya se menciona, además un nivel de pozo alto, y un switch de piola como señales de seguridad. Hacia el centro de la pantalla podemos observar el filtro de desempolvado, con su respectivo ventilador y gusano transportador que cumplen la función de extraer el polvo de cemento en toda el área de transporte. También se pueden observar todos los ventiladores que permiten el transporte del producto por medio de los aerodeslizadores. En la parte derecha de la pantalla se encuentra un cuadro de control que consta de botones, en donde se selecciona el motor en este caso auxiliar o principal de los elevadores de cangilones, además se observa el nivel de las tolvas de las máquinas ensacadoras, y se permite la operación en local o automático de esta etapa del proceso.

Pantallas de recirculación.- Esta es la pantalla de la última etapa del proceso, aquí se encuentra la máquina de envasado y los equipos necesarios para la recirculación de cemento. En la parte superior podemos ver como la línea proveniente de la ruta de transporte ingresa al separador de finura o zaranda de color plomo y blanco, mas abajo se aprecia la tolva de llenado con sus respectivos sensores de nivel, luego la válvula rotatoria y la máquina envasadora. Se puede apreciar al costado derecho de la máquina envasadora a las bandas que transportan los sacos de cemento y un poco más a la derecha la máquina trituradora de sacos; en cambio debajo de la rotatoria se encuentran los gusanos de transporte los mismos que son los encargados de llevar el cemento recuperado hacia el elevador de cangilones y de este otra vez a la zaranda, cerrando así el circulo de recirculación de cemento. En la parte derecha de la pantalla se encuentra el cuadro de control de los equipos que intervienen en esta etapa del proceso, se puede observar también el sistema de recolección de polvo con todos sus componentes incluidos.

Pantalla de Arquitectura de comunicación.- En esta pantalla el operador podrá visualizar todos los componentes que conforman la red de comunicación entre los PLC's y los computadores de control. Esta ventana es estrictamente de monitoreo de la comunicación empleada en el sistema, se usaron líneas y cuadros de colores para que el usuario pueda identificar el status de la red de comunicación en el proceso. Se pueden observar el controlador lógico programable, las computadoras de operación y los demás componentes que conforman la red de comunicación MB+.

Pantallas históricas y reales de monitoreo de señales.- Esta pantalla permite al operador hacer un seguimiento del comportamiento de señales tales como corriente de motores, sensores y demás variables que necesiten un monitoreo constante. La facilidad que ofrece esta pantalla es la posibilidad de realizar el monitoreo en tiempo real e histórico. A continuación se muestra una descripción de la pantalla histórica de monitoreo.

Posee tres botones de selección los cuales se han fijado como importantes datos históricos y son los siguientes:

Botón Sacos de Cemento, aquí podemos visualizar los sacos de cemento despachados en cada turno de ocho horas.

Botón Funcionamiento válvula modulante, tendremos información histórica del control de las cuatro válvulas y de cuanto tiempo están en funcionamiento, esta información es importante ya que podemos saber cuanto tiempo se ha despachado desde el silo.

Tiempo Envasadoras, la información que obtendremos es la de horas de operación de las tres envasadoras, cuantas veces fueron arrancadas, cuantas paradas han tenido, y cuanto tiempo han estado paradas.

Botón histórico real. Además de tener botones donde se muestra la configuración histórica se tiene el botón histórico o real, cuando este se encuentra en histórica permite regresar minutos, horas, inclusive meses atrás observando el comportamiento de señales en instantes anteriores. Si se encuentra en real tomará el valor real y actualizará cada segundo el dato presente en la pantalla.

Botón impresora. Este botón hace una copia de la pantalla histórica deseada para luego ser impresa.

Panel Zoom. Posee un menú de navegación histórica la cual nos llevara al día y la hora del dato deseado, pudiendo hacer un acercamiento “ZOOM IN” con la lupa con el signo menos y un alejamiento “ZOOM OUT” con el signo más.

También se tiene opciones de tiempo de diez, treinta minutos, una hora o cuatro horas las cuales se seleccionarán pulsando el botón del tiempo deseado, luego de seleccionar el tiempo la navegación se la realizará con las flechas que se encuentran en los lados del panel de visualización de señales.

Leyenda Histórica. Son botones en la cual muestra el nombre de la señal conocido como “tag” por el software y dos valores que son dados por dos navegadores que se encuentran en la parte inferior del Trend, al navegar sobre el mismo se obtendrán valores que cambiarán según el comportamiento del “tag”. Cada leyenda histórica posee un color dependiendo de la configuración de la plumilla para dicha señal o “tag”.

Pantalla de alarmas.- La pantalla cuenta con un panel de color blanco donde irán apareciendo todas las señales que entren en un nivel de alarma seteado previamente por el operador del sistema, existen cuatro niveles posibles de alarma, Lo, LoLo, Hi, HiHi. En esta pantalla también existen dos botones de reconocimiento de alarmas individual y en conjunto, los cuales el operador tendrá que pulsar para indicar que la alarma no ha pasado desapercibida. Se cuenta con información de alarma tales como el nombre de la señal, el tipo de alarma, prioridad,

fecha, hora, etc., lo que ayudará a un registro eficaz de las alarmas en el sistema.

InTouch provee un sistema de notificación para informar a los operadores de las condiciones del proceso y del sistema que están siendo monitoreados y controlados. Este sistema de notificación permite mostrar, grabar e imprimir las alarmas del proceso y los eventos sistema. Las alarmas representan los estados de alertas presentes en las condiciones del proceso, los eventos representan mensajes del estado normal del sistema.

4.2.3 CONVENCIONES USADAS.

Las ventanas desarrolladas para la visualización del proceso proporcionan información en tiempo real de las variables y equipos del sistema. Para que esta información se presente de manera amigable y sea fácilmente comprensible para el operador se hace uso de una convención basada en ciertos colores y/o graficas especiales que están asociados con variables medidas y con el estado de operación de los equipos.

Convención a nivel de motores, ventiladores y compuertas.

El color blanco simboliza que el equipo no se encuentra listo para ser arrancado, esto quiere decir que el equipo tiene problemas con su alimentación de energía, estos problemas puede darse porque no se tiene la señal de contacto auxiliar del térmico o por falla del disyuntor de alimentación.

El color naranja simboliza que el equipo está listo para ser arrancado, este estatus nos da a conocer que el motor no tiene ningún problema de alimentación, o falla térmica.

El color verde simboliza que el equipo se encuentra en correcto funcionamiento.

El color rojo simboliza que el equipo se encuentra en falla, la misma que puede ser resultado de que un equipo se haya parado después de haber sido arrancado.

Convención a nivel de botoneras, estatus de selección y compuertas.

El color verde simboliza a todas las botoneras de marcha, también representan el estatus de botón seleccionado y en las compuertas de distribución confirma el estatus de la dirección de la compuerta que se encuentra abierta.

El color rojo simboliza a todas las botoneras de paro, también es un aviso de que no ha sido activado un botón seleccionado y en las compuertas distribuidoras simboliza el paso cerrado en dicha dirección.

Colores Intermitentes se mostrarán cuando se presente una situación de falla, cuando la protección térmica de un motor o de una bomba se haya activado o cuando un hongo de seguridad haya sido presionado.

Valores Numéricos nos indicarán las unidades de ingeniería de las distintas variables del proceso.

4.2.4 ELABORACIÓN DE REPORTES.

Conceptos de Comunicación: de DDE a OPC

Desde los primeros días que la compañía Wonderware decidió utilizar un sistema de comunicación activa por eventos desde el dispositivo real hasta la aplicación final adoptó primero el estándar de la industria conocido como DDE, y luego añadió fastDDE para compartir datos entre diferentes aplicaciones que corran en un ambiente Windows. Para hacerle frente al aspecto de la transferencia de datos entre nodos a través de una red, extendió las capacidades DDE de Microsoft para trabajar a través de redes y lo denominó NetDDE. Microsoft obtuvo de Wonderware una licencia para NetDDE y lo añadió a todas sus plataformas Windows.

Haciendo uso del protocolo DDE el cual permite comunicarnos con programas de Microsoft valiéndonos de esta ventaja, hemos escogido el programa Excel para la realización de los reportes desarrollando una macro bajo el mismo la cual administre en orden descendente los parámetros más relevantes de producción. En el InTouch se configura un nombre de acceso, el cual comunica al archivo en Excel mediante una función denominada WWExecute, a continuación se describe el uso de la misma.

El Comando se ejecuta por medio de un algoritmo (Data Change Script) el mismo que se actualiza cada minuto, luego el sistema asigna los valores correspondientes a cada una de las variables de reporte, este se comunica con el Excel por medio del protocolo DDE, para esto es necesario asignar a cada una de las

variables una ubicación, en este caso fila y columna de la hoja de trabajo.

1. FECHA=\$DateString;
2. HORA = \$TimeString;
3. OPERADOR = \$OperatorEntered;
4. SACOS_1= Sacos_Maq_1;
5. PARADA_1 = Parada_Maq_1;
6. HOROMETRO_1 = Horas_1;
7. SACOS_2= Sacos_Maq1_2;
8. PARADA_2 = Parada_Maq_2;
9. HOROMETRO_2 = Horas_2;
- 10.SACOS_3= Sacos_Maq3;
- 11.PARADA_3 = Parada_Maq_3;
- 12.HOROMETRO_3 = Horas_3;

Estas variables van a registrarse en el archivo de reporte 1 la cual se va a asignar a una macro en Excel, esta macro se va a actualizar con los datos del sistema cada minuto.

El comando WWExecute funciona seteando 1 si la aplicación está corriendo, si la comunicación existe, y si el mensaje fue enviado con éxito. Devuelve 0 cuando la aplicación no se esta ejecutando. Por consiguiente, pueden supervisarse los estados de este orden. A continuación se muestra el Script de ejecución que permite realizar el reporte.

```
Macro = "reporte1.xls!reporte ";
Command = "[Run(" + StringChar( 34 ) +Macro +
StringChar( 34 ) + ",0)"]";
WWExecute("excel","System",Command);
```

4.3 OPERACIÓN DEL PROCESO DESDE EL HMI.

Esta parte del capítulo puede tomarse como un manual de operación, ya que da las pautas principales para que el supervisor opere de una forma óptima todo el proceso de transporte de producto.

Para una mejor ubicación de cada una de las áreas se ha incluido todas las pantallas del proceso de transporte que se encuentran en el HMI. Detallando las pantallas de las áreas más importantes las cuales son:

- Pantalla de recirculación.
- Pantalla de transporte.
- Pantalla de extracción.

Dentro de cada una de las pantallas del HMI se podrán obtener los status de cada una de las máquinas, además se da el detalle de cada uno de las subventanas que permiten el encendido y apagado del sistema.

Ingreso y seguridad del sistema.

Una de las bondades de InTouch es que cuenta con una seguridad de ingreso y nivel de acceso como se menciono anteriormente, de esta forma se asegura que personas ajenas al proceso no puedan operar o monitorear el proceso, además el sistema autoriza por nivel de acceso a los operadores, para de esta forma restringir las áreas que se desee en la aplicación.

La figura 4.1 muestra la pantalla de acceso la cual es automáticamente abierta en el momento que arranca el sistema ejecutando el WindowViewer.



Figura 4.1 Pantalla de ingreso y seguridad del sistema.

Para ingresar el nombre y su correspondiente clave, el operador debe mover el mouse hacia la parte central de la ventana, es decir en el cuadro blanco donde dice *INGRESE SU NOMBRE*, y en el cuadro donde dice *INGRESE SU CONTRASEÑA*, para ingresar la misma. Si su user o contraseña están correctamente escritos y además se encuentran en la base de usuarios que se ha designado para el uso de este software, se podrá ingresar a las diferentes pantallas del proceso. Después que el sistema a verificado su usuario y password, el sistema le presentará la pantalla Principal de proceso, si después de haber ingresado su usuario y contraseña no se ha ingresado a la pantalla de proceso esto significa que el sistema a rechazado su ingreso y esto puede ser por dos razones principales las cuales son:

- Ingreso erróneo del Usuario.
- Ingreso erróneo de la Contraseña .

Para corregir estos errores se debe ingresar correctamente los requisitos ya mencionados, si después de haber ingresado otra vez los requisitos sigue sin aparecer el acceso se debe preguntar al personal de mantenimiento eléctrico o a la persona encargada del proyecto para que revise su usuario y contraseña en la base de datos del sistema.

Si el nombre de usuario y contraseña es correcto, se podrá acceder a la navegación dando clic sobre el botón del área deseada, área de silos, transporte y envasadoras.

Navegación entre pantallas.

En la parte superior de cada una de las pantallas se encuentra un menú como muestra la figura 4.2, el cual nos permitirá un fácil y rápido acceso a cada una de las áreas del proceso.



Figura 4.2 Menú de Navegación Principal.

Para navegar a través de la aplicación se tendrá que dar clic sobre el área deseada.

Una vez identificado el problema el operador del sistema deberá reiniciar la comunicación del mismo pulsando el botón *Reiniciar comunicación*.

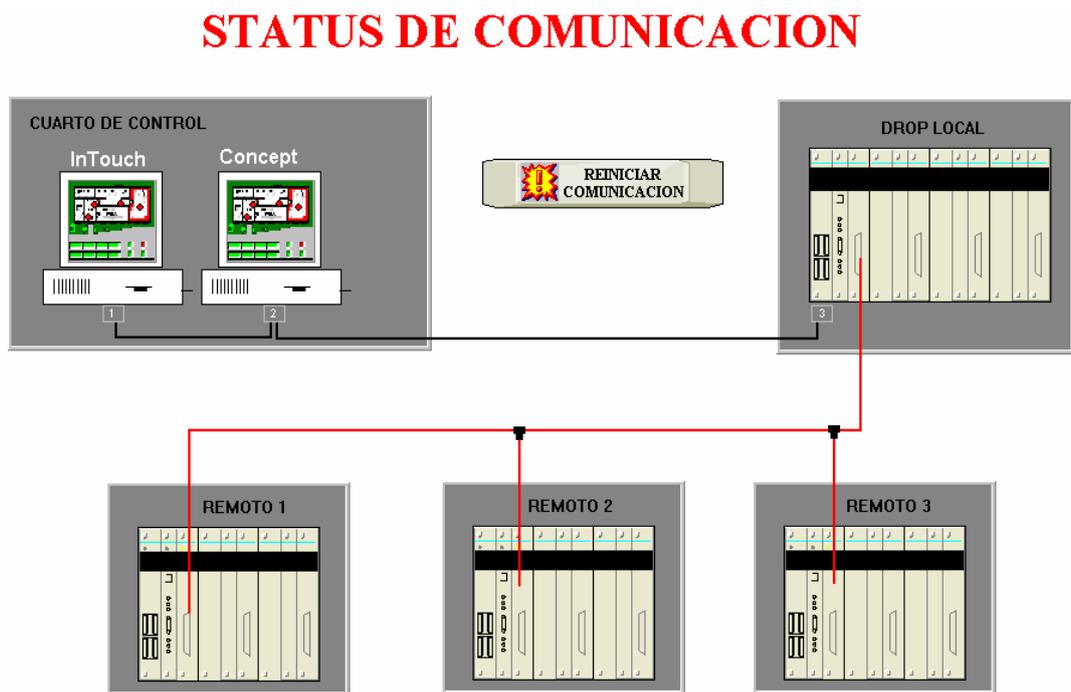


Figura 4.4 Pantalla de Comunicación

4.3.1 RECIRCULACIÓN DE CEMENTO.

El área de Recirculación es la primera etapa del proceso ha ser arrancada, existen tres áreas de recirculación, cada área consta de elevador de cangilones, gusanos, criba vibratoria, filtro de desempolvado, y una tolva con tres niveles (bajo, alto y súper alto).

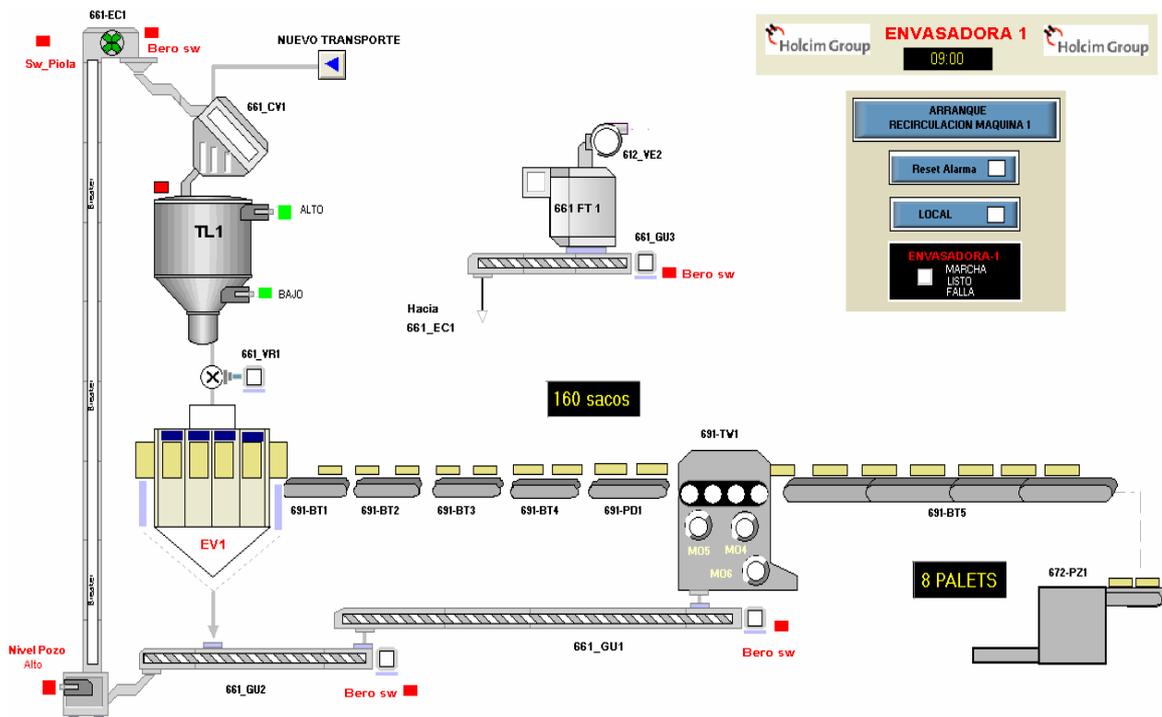


Figura 4.5 Pantalla de recirculación de cemento

Arranque de recirculación.

Para arrancar el proceso debemos escoger la máquina que va a despachar los sacos de cemento, podemos seleccionar las Máquina 1, Máquina 2, Máquina 3. Luego de situarnos sobre la pantalla de la máquina a despachar, encontraremos un submenú con diferentes botones de control como se muestra en la figura 4.6.

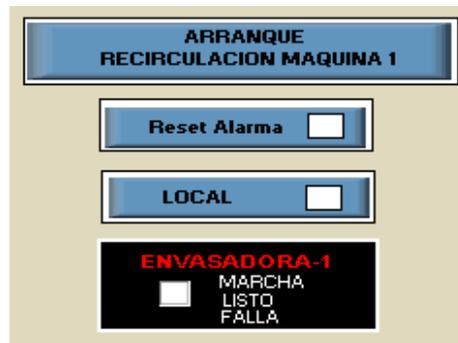


Fig.4.6 Menú de arranque de recirculación.

En este sub menú podremos observar los distintos botones de control, donde se puede apreciar de manera directa el status de la máquina, además consta de un botón para accionamiento LOCAL del área, el cual permitirá el mando de los equipos desde botoneras situadas en el campo de trabajo en caso de emergencias o mantenimiento de cualquier equipo, además de un botón de reseteo de alarmas que servirá para reconocer las fallas de los equipos en dicha área.

Antes de arrancar se debe de visualizar que todos los equipos se encuentren sin fallas o listos para arrancar (color naranja). Luego damos clic sobre el botón “Arranque de recirculación de la máquina” que se encuentra dentro del menú que se muestra en la figura 4.6. Al realizar dicha acción aparecerá una subventana pequeña Fig.4.7 con las botoneras de arranque automático, parada automática y uno de aviso de estatus, el mismo que debe ser activado antes de dar marcha, el cual activará el sonido de una corneta durante doce segundos, esto servirá para alertar a cualquier persona que se encuentre en dicha área



Fig.4.7 Submenú de arranque Recirculación.

Para dar arranque a la recirculación de cualquiera de las máquinas se procede a presionar el botón de aviso, y luego el botón Start. Después de doce segundos de aviso se dará paso al primer equipo de la secuencia, que es la criba vibratoria 661-CV1, luego de tres segundos y con la condición de que la criba se encuentra en funcionamiento se encenderá el elevador de cangilones 661-EC1; después de tres segundos y con la condición del elevador 661-EC1 en funcionamiento se dará paso al arranque del gusano 661-GU2, luego de tres segundos y con la condición del gusano 661-GU2 en funcionamiento se dará paso al arranque del gusano 661-GU1, y por último con la misma condición de tiempo y de último equipo arrancado gusano 661-GU1 se dará paso al arranque los tres motores que cumplen la función de destrucción de sacos, los cuales se comento en los capítulos anteriores son el rodillo y la cuchillas destructoras de sacos.

Luego de estar los equipos en marcha se podrá observar su estatus de color verde como muestra la figura 4.8, dependiendo de su estado marcha, listo, no listo, o falla.



Fig. 4.8 Status de Máquina de Recirculación.

El recuadro en color blanco significara que los equipos no están listos para marchar, el estado de color verde es el caso del equipo marchando, naranja en el de motor listo para el arranque, y rojo denotará alguna falla después de que halla sido dada la señal de arranque del grupo.

Para la distinción de fallas se apreciará este estatus en varios lugares, como el recuadro pequeño que se muestra en la figura anterior, además el motor que se encuentra en falla se visualizará de color rojo, también aparecerá la ventana de alarmas sumarias que dará la información detallada de que el equipo se encuentra en falla.

Parada de recirculación.

La parada del área de recirculación se la obtiene presionando el botón de Stop de la figura 4.7, luego se observará que las máquinas se detendrán en forma secuencial cambiando su color de estatus de verde “arrancado” a color naranja “listo para marchar” esto sucede si la parada es en condiciones normales, es decir es realizada por el supervisor del área desde el HMI. Las paradas pueden ser causadas por fallas de los equipos y el equipo con falla pasará de color verde a color “rojo”.

4.3.2 SELECCIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE.

Es la segunda etapa del proceso de arranque, esta nos permitirá seleccionar el silo, el elevador, y la máquina que se usarán para transportar cemento, esta área consta de elevador de cangilones, ventiladores compresores, válvula de corte (accionada por pistón), válvula modulante (IBAU), válvulas motorizadas y filtro de desempolvado.

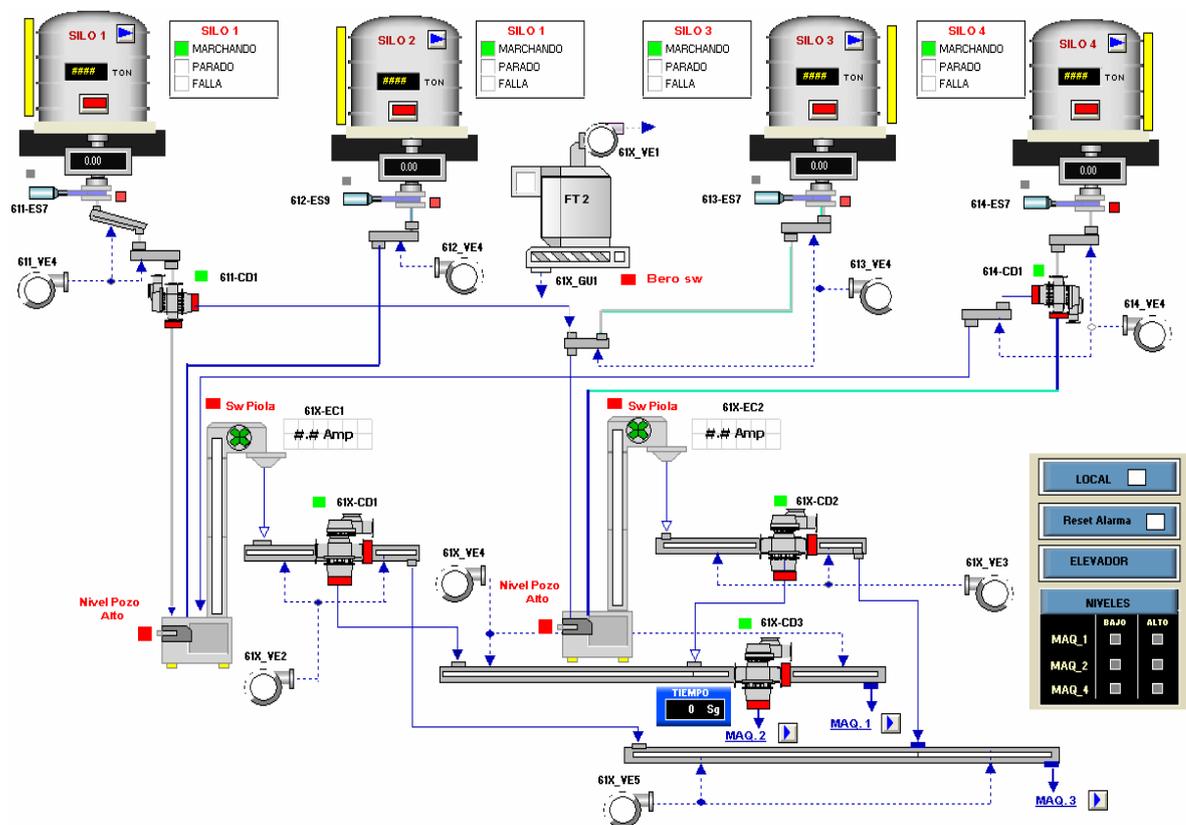


Figura 4.9 Pantalla de transporte de cemento.

También consta de un submenú de información y control Fig. 4.10 donde se podrán apreciar los niveles de las tolvas de cemento de cada una de las máquinas además los botones:



Fig. 4.10 Sub menú de información de transporte.

- *Local:* este botón servirá para dar permiso a una acción manual desde el campo a dicha área.
- *Botón Reset Alarma:* Servirá para inhibir cualquier tipo de alarma que se produzca en dicha área.
- *Botón Elevador:* Servirá para escoger el elevador principal o auxiliar



Fig. 4.11 Selección de motor del elevador de Cangilones.

Una vez escogido el botón elevador, aparecerá una subventana Fig. 4.11 la cual permite escoger entre el motor principal o auxiliar del elevador de cangilones, por defecto siempre esta seleccionado el principal, esta selección debe realizarse antes del arranque del sistema de transporte.

Arranque de transporte.

EL arranque al transporte de cemento se lo realizará a través de la ventana de selección de vía y arranque de transporte como muestra la figura 4.12, esta aparecerá presionando sobre el recuadro rojo que aparece sobre cada uno de los silos como muestra la figura.



Fig. 4.12 Ingreso al menú de Selección.

Cabe mencionar que cuando se selecciona el botón rojo que se encuentra sobre cada uno de **los silos en la pantalla de transporte** también a su vez se esta seleccionando dicho silo, se puede seleccionar uno o dos silos bajo una misma ruta de transporte, en el caso de dos silos se tendrán que seleccionar en la ventana de *“selección y arranque de transporte”*, los mismos parámetros para que ambos provean producto sobre una misma vía de transporte. Para que esta acción se cumpla se tiene que realizar la misma selección en los dos menús, esto se lo hace con la intención de proveer mas producto por un solo elevador; no queda descartado que se pueda realizar la descarga desde un silo por un elevador y desde un silo diferente por otro elevador y ambos para la misma máquina, pero no se estaría ahorrando recursos ya que solo se cuenta con dos elevadores para el suministro de producto a las tres máquinas, en condiciones normales operan dos máquinas a la vez mientras la otra se

encuentra en mantenimiento, aunque no se descarta la operación de las tres máquinas al mismo tiempo si la demanda del producto aumenta.

En la selección de las máquinas se pueden tomar uno o dos máquinas, esta última si solo se trata de la máquina 1, para la máquina 3 solo se puede tomar una selección. **En la selección de los elevadores** solo se puede tomar un elevador a la vez, este puede transportar carga a cualquiera de las máquinas desde cualquiera de los silos.

Luego de eso se presionara el botón de tomar selección, cabe mencionar que si no se tiene una selección correcta el botón tomar selección permanecerá inhabilitado, luego de esto finalmente se presionará el botón Start para dar arranque a la vía de transporte seleccionada. Las máquinas inmersas en la selección tomada se encenderán y así mismo se podrá detener las máquinas de esa vía dando stop. Cabe recordar que antes de dar arranque al transporte de producto se debió arrancar el transporte de recirculación, si esta condición no se ha realizado no se podrá dar arranque a dicho grupo.

La ventaja del sistema es que da la facilidad de poder cancelar la selección hecha si es que se requiere realizar un cambio en la selección de otro silo en el caso de que el flujo del material del silo antes seleccionado sea escaso. Al cancelar la selección el control procederá a cerrar la válvula de corte, y la válvula modulante del silo cancelado, además se apagará de manera inmediata el compresor de aireación de la tolva de alimentación que se encuentra dentro del silo (6XX_SR3), luego se apagará después de cinco minutos de haber cancelado el ventilador de descarga del aerodeslizador ubicado a la salida del silo.



Fig. 4.13 Selección y arranque de transporte.

También podremos observar el estado de cada silo es decir: marchando, parado o falla con sus respectivos colores como se menciono anteriormente.



Fig. 4.14 Status del sistema de Extracción de silos

En la pantalla de transporte podremos también encontrar una subventana la cual nos servirá para hacer control sobre el flujo de cemento por medio de las válvulas modulantes que se encuentran en la salida de cada uno de los silos. Estas válvulas realizan un control ON-OFF dependiendo de los parámetros que se escojan en esta sub ventana.

Existen varios botones y recuadros como lo muestra la figura 4.15 entre los cuales están:

- Botón de manual automático.
- El recuadro de valor presente PV: donde se aprecia el valor real de la carga del elevador 0 – 100%.
- El recuadro de SET POINT SP: el valor con el cual se desea trabajar.
- El recuadro de OUT: el porcentaje de abertura de la compuerta cuando esta se encuentra en manual, se puede ingresar cualquier valor de 0 a 100, en modo automático se abrirá o cerrará de acuerdo al SET POINT.

Además de las válvulas modulantes de alimentación existen válvulas neumáticas o llamada también válvulas de corte, ambas válvulas se cerrarán si se llena la tolva de la máquina en recirculación.

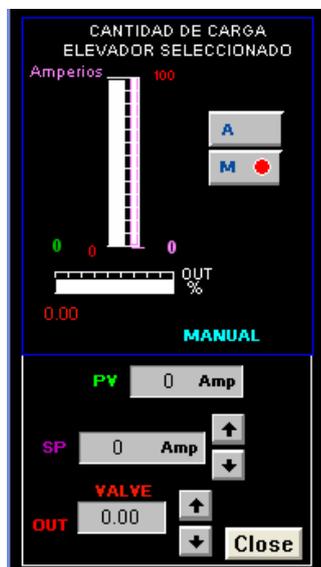


Fig. 4.15 Parámetros válvula dosificadora.

Parada del transporte.

La parada del área de transporte se la obtiene presionando el botón de Stop de la figura 4.13, luego se observará la parada de cada una de las máquinas involucradas en dicha vía de transporte, las cuales se detendrán en forma secuencial cambiando su color de estatus de verde “arrancado” a color naranja “listo para marchar” esto sucede si la parada es en condiciones normales.

Cabe mencionar que el accionamiento de la parada de transporte solo se la realiza los fines de semana en el momento que hay parada en la producción del área de envasado. Para realizar el cambio de la vía de transporte solo se cancela la selección tomada en el silo, y se realiza otra selección desde otro, de esta forma no se detendrán los equipos comunes para las selecciones tomadas desde los otros silos, y solo se detendrán los equipos inmersos en la cancelación.

Las paradas también pueden ser causadas por fallas, cuando esto sucede se cierran las válvulas de ingreso de producto al transporte, el equipo con falla pasará de color verde a color falla “rojo” realizándose dos paradas iguales a la que se mencionó en el sistema de recirculación.

4.3.3 EXTRACCIÓN DESDE LOS SISTEMAS IBAU.

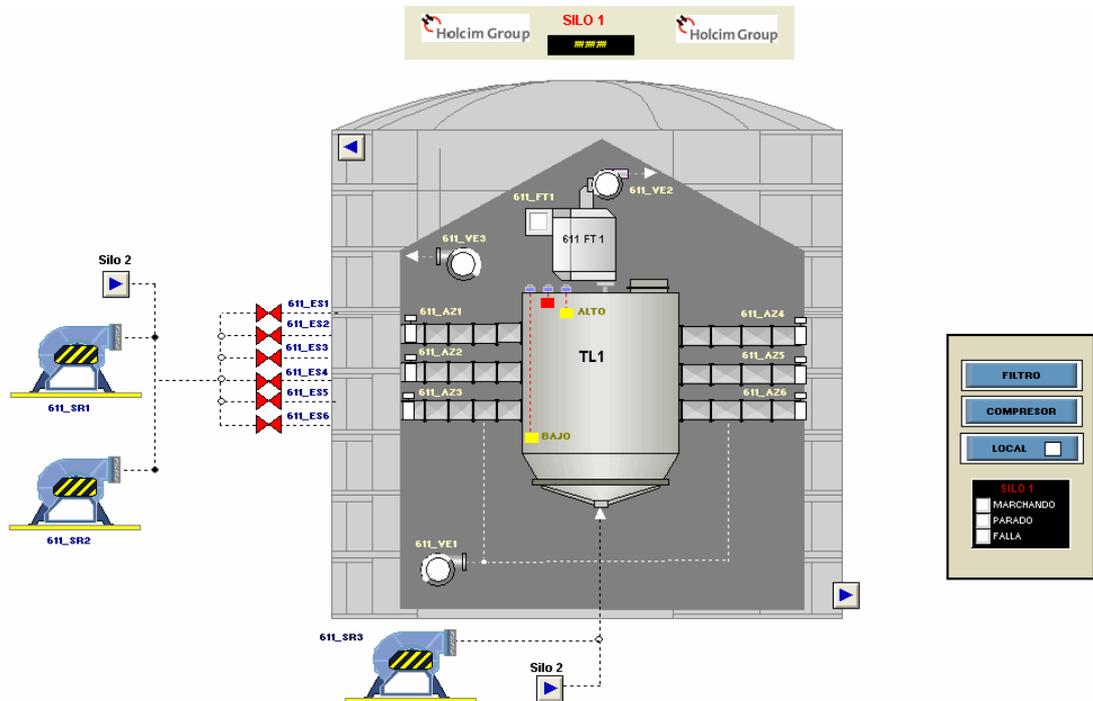


Fig. 4.16 Pantalla de extracción de Cemento.

La extracción de cemento es la última área a ser arrancada y la primera en el proceso a ser detenida, la extracción se la puede realizar desde cualquiera de los silos existentes en los cuales constan el Silo 1, 2, 3, y 4.

Al sistema de extracción también se lo conoce como el nombre de IBAU, por tener la marca de la válvula modulante del mismo nombre, el sistema se caracteriza por el accionamiento de las válvulas de apertura de producto e ingreso de aire a la vez, dichas válvulas se encuentran alrededor de cada silo como habíamos mencionado antes en el capítulo dos.

Arranque de la extracción del producto.

Para arrancar el sistema de extracción, nos valemos del cuadro de control que consta en cada una de las pantallas de extracción de los silos como se muestra en la figura 4.17.



Fig.4.17 Menú de arranque de extracción.

En el menú de arranque de extracción de la figura 4.17, podemos apreciar los siguientes botones:

EL Botón “Local”, cumple la función de dar el control de los equipos desde las botoneras de campo como se mencionó anteriormente.

Además se puede observar el estatus del silo si se encuentra en marcha, parado o en falla teniendo en cuenta el color verde, naranja, y rojo para cada uno de ellos.

EL Botón “Filtro”, al presionar dicho botón aparecerá una ventana como muestra la figura 4.18, con botones de arranque y parada pertenecientes al filtro de desempolvado.



Fig.4.18 Sub menú de arranque de filtro.

Los filtros y los extractores de polvo poseen arranque y parada independiente del sistema de arranque automático de extracción de producto, dicho arranque del filtro y el extractor de polvo, sirven para mantener el área limpia sin polvo en el ambiente.

Al accionar el botón de start se encenderán el ventilador, el gusano transportador, y las válvulas de mangas del filtro, además del ventilador extractor de polvo, de la misma forma al presionar el botón de stop se detendrán los equipos antes mencionados. Para poder realizar la parada del filtro es condición necesaria que el sistema de extracción este detenido, para de esta forma evitar el exceso de polvo en el área.

El Botón de “Compresor”, al presionar este botón aparecerá una ventana como muestra la figura 4.19, que contendrán los botones de aviso, arranque, y parada del sistema de extracción de producto.



Fig.4.19 Sub menú de arranque de extracción de producto.

Para arrancar el sistema de extracción es condición necesaria presionar el botón de aviso con el fin de avisar del posible arranque a las personas que se encuentran en el área, cabe recalcar que sino se presiona dicho botón, no se podrá dar marcha al sistema de extracción.

Una vez dado el aviso de marcha, se procederá a presionar el botón de Start para dar el arranque de los compresores de aire, y el ventilador alimentador de aire hacia los aerodeslizadores, válvulas de ingreso de aire y de producto. La secuencia se activará si no se tiene el nivel alto de la tolva. La secuencia que realizan los quipos mencionados es la siguiente:

Se encenderán los compresores de aire, los cuales impulsan el producto desde el silo hacia los aerodeslizadores, luego se enciende el ventilador que ingresará aire, el cual permitirá transportar el producto hasta la tolva de alimentación principal, además se encenderán en forma secuencial y en par, las válvulas de ingreso de aire y de producto, además hay que anotar que al llegar hasta su nivel alto de tolva los compresores de aire se apagarán al mismo tiempo, las válvulas se cerrarán, y

permanecerán apagados hasta que llegue a su nivel bajo de tolva, con lo cual vuelve el accionamiento secuencial y el encendido de los compresores de aire produciéndose un lazo repetitivo indefinido.

Parada de extracción del producto.

La parada del proceso de extracción se la obtiene presionando el botón de Stop de la figura 4.19, luego se observará la parada de cada una de las máquinas mencionadas, las cuales se detendrán en forma automática y de manera indefinida hasta arrancar nuevamente el proceso. Hay que mencionar que el proceso tiene paradas y arranques automáticos los cuales están manejados por los niveles alto y bajo de la tolva de alimentación.

Las paradas pueden ser causadas por fallas, cuando esto sucede se cierran y se apagan todos los equipos del sistema de extracción, además el equipo con falla pasará de color verde a color falla “rojo”. De igual manera aparecerá la ventana de alarmas sumarias que dará la información del equipo en falla.

4.3.4 REPORTE DIARIOS.

La pantalla de reportes esta diseñada para que el operador pueda obtener un reporte impreso de producción de manera manual o instantánea. En la pantalla se podrán apreciar los parámetros del número de sacos despachados, número de paradas realizadas por las envasadoras, y de las horas de trabajo de cada máquina envasadora, como se muestra en la figura 4.20.

| REPORTES | |
|----------|----------------|
| NOMBRE | PEDRO BENITO |
| FECHA | 29/AGOSTO/2006 |
| HORA | 10:00 |

| MAQUINA 1 | |
|----------------------|------|
| NUMERO DE SACOS | 1325 |
| NUMERO DE PARADAS | 2 |
| HOROMETRO DE TRABAJO | 1500 |

| MAQUINA 2 | |
|----------------------|------|
| NUMERO DE SACOS | 2425 |
| NUMERO DE PARADAS | 4 |
| HOROMETRO DE TRABAJO | 900 |

| MAQUINA 3 | |
|----------------------|------|
| NUMERO DE SACOS | 1600 |
| NUMERO DE PARADAS | 250 |
| HOROMETRO DE TRABAJO | 3 |



Fig.4. 20 Pantalla de reportes manual

El reporte instantáneo se obtendrá presionando el botón “Imprimir” que se encuentra en el lado derecho inferior de la pantalla de reportes.

Además se puede acotar que el InTouch genera la impresión de un reporte automático diario con el detalle de producción de los tres turnos del día, esta opción se configura mediante un algoritmo en el WindowMaker.

| MÁQUINA 1 | | | | | |
|---------------|------------|-------|-------|---------|-----------|
| NOMBRE | FECHA | HORA | SACOS | PARADAS | HOROMETRO |
| Pedro Benito | 12/08/2006 | 10:00 | 1500 | 2 | 1300 |
| Carlos Castro | 13/08/2006 | 10:30 | 1420 | 7 | 250 |
| Luís Mesa | 14/08/2006 | 10:45 | 1820 | 1 | 685 |

Fig.4.21 Reporte diarios automatizo en Excel.

CAPITULO V

SELECCIÓN, CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLC.

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés, al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder manejar y posteriormente mantener este tipo de instalaciones; además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

El Controlador Lógico Programable “PLC” nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc...) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc...) por otra.

En la industria actual la mayor parte de los procesos de fabricación son automatizados. Los procesos de automatización con PLC han ido mejorando, ya hoy en día no se considera a los PLC como controladores que solo son capaces de manejar la parte discreta, sino también de manejar la parte

analógica. Con el avance de la tecnología los PLC han alcanzado mejoras significativas como la ampliación de su capacidad de memoria, su velocidad en el tratamiento de las señales, y además su costo.

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Tal y como dijimos anteriormente, esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PLC'S SELECCIONADOS

Un PLC (Programador Lógico Programable), es una computadora industrial para maniobras control de procesos industriales. Surgió como reemplazo de las lógicas construidas con relés electromecánicos, siendo diseñado para los más adversos ambientes industriales. En esencia está compuesto por una CPU conteniendo en memoria RAM un programa con la secuencia de la lógica a resolver y entradas y salidas interactuando con diversos dispositivos de campo.

Trabajan de manera similar a los programas de computación realizados en los lenguajes tradicionales ('C', Basic, Pascal) que reciben "variables de entrada" y generan "resultados de salida". El programa residente en el PLC toma como variables de entrada el estado de las entradas provenientes de campo dando salidas a través de las salidas a campo.

En la actualidad el PLC ha superado las expectativas con las cuales fue diseñado, alcanzando niveles de operación extremadamente altos; ya no solo reemplaza a las lógicas de relés, sino que también reemplaza a los controles distribuidos, aquellos que permiten comandar procesos industriales con lazos de control con entradas y salidas variando continuamente en el tiempo.

Características.

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómatas.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento
- Menor cableado, reduce los tiempos de parada de planta.

- Reducción del espacio en los tableros.
- Mayor facilidad para el mantenimiento y puesta en servicio
- Flexibilidad de configuración y programación, lo que permite adaptar fácilmente la automatización a los cambios del proceso.

5.1.1 FUNCIONAMIENTO Y SELECCIÓN DEL PLC.

Básicamente un PLC es el cerebro de un proceso industrial de producción o fabricación, reemplazando a los sistemas de control de relés y temporizadores cableados. Se puede pensar en un PLC como una computadora desarrollada para soportar las severas condiciones a las que puede ser sometida en un ambiente industrial. Dicho de otra forma, el auto que usted conduce, el diario que usted lee, las bebidas que usted consume, son producidos valiéndose de la tecnología de la automatización industrial.

Un controlador lógico programable o PLC está compuesto por dos elementos básicos: El CPU o Unidad Central de Procesamiento y la interfase de Entradas y Salidas, como se indica en la figura.

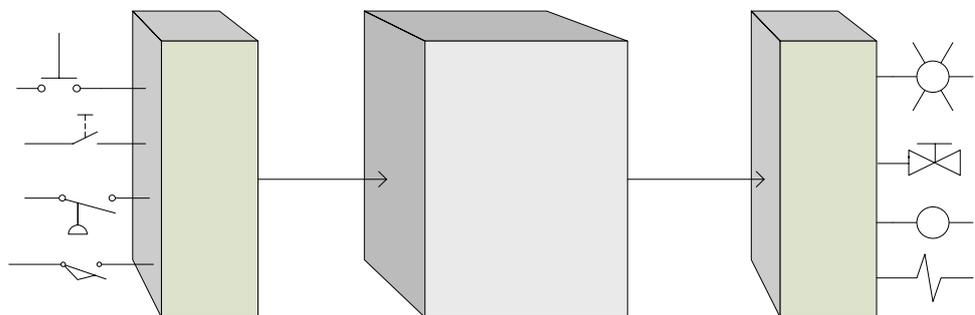


Figura 5.1 PLC Básico

Funcionamiento del PLC

Como fue antes mencionado, un PLC está compuesto en esencia por una CPU encargada de resolver un programa residente en memoria RAM, y conjuntos de entradas y salidas monitoreando y accionando respectivamente diversos dispositivos de campo.

Cuando hablamos de “entradas” y “salidas” nos estamos refiriendo a terminales en las cuales se hacen presentes niveles de tensión o corriente que varían de manera continua o discreta en el tiempo y representan diferentes estados.

El programa residente en memoria es resuelto por la CPU tomando como “Variables de entrada al programa” a las entradas de campo que monitorean el estado de diferentes dispositivos (finales de carrera, pulsadores, confirmaciones de motores, valores de temperatura, presión, etc.).

La CPU, como resultado de la interacción y de la resolución del programa con los valores de las entradas genera valores de salida, que a través de las salidas a campo acciona diversos equipos (bobinas de contactores, válvulas, etc).

La siguiente es la secuencia de trabajo de un PLC Modicon Quantum, la cual se repite cíclicamente cuando el sistema está en marcha (RUN):

1. *Las entradas (INPUT MODULE)* monitorean el estado de los dispositivos de campo (aislando al controlador de las diversas tensiones frecuencias presentes en campo). Luego estas entradas (220 VAC, 110 VAC, 24 VDC) son “traducidas” a valores digitales “entendibles” por el sistema.

2. *Un procesador de E/S (IOP)* lee estos últimos valores y los almacena en una porción de memoria RAM denominada RAM de estados (STATE RAM).
3. *La CPU o procesador central* toma los valores almacenados en la RAM de estados, con esos valores resuelve el programa almacenado en la porción de memoria RAM reservada para tal fin.
4. Como resultado de esta interacción surgen “resultados” o “valores de salida”, los cuales son almacenados en la RAM de estados.
5. El procesador de E/S toma los valores de salida almacenada en la RAM de estados y los dirige hacia los *módulos de salida*, previo paso por los conversores que traducen los valores digitales manejados por el sistema en valores entendibles por los dispositivos de campo.
6. *Un procesador de comunicaciones (COMM PROC)* permite al PLC atender las diferentes comunicaciones que este establece en sus diferentes variantes como un panel de programación, con otros controladores o bien con otros dispositivos.

Consideraciones en la selección del PLC

En el medio industrial existen muchas marcas y clases de PLC's, incluso se los puede encontrar funcionando en compatibilidad con equipos de otras marcas en una misma planta de acuerdo a la necesidad que tenga el sector de la planta implementado. En nuestra tesis se estudiarán los PLC's QUANTUM de la línea MODICON de SCHNEIDER ELECTRIC, una de las razones

fundamentales por la cual se seleccionó este PLC fue por normalización en la planta, ya que en la misma se cuenta con diferentes equipos de automatización de Schneider Eléctric usados en el control de las diferentes áreas de proceso. A continuación se detallará otros factores a considerar en la selección del PLC, la cual debe ser realizada con un estudio previo que justifique una inversión en estos equipos de control.

Número de señales a manejar.- Este es un factor muy importante ya que existen PLC's de baja y alta escala, eso depende de la dimensión del sistema a automatizar, específicamente del número de entradas y salidas que el controlador pueda manejar, en la misma línea Modicon existen equipos pequeños que manejan sistemas con pocas señales de E/S, para el caso de nuestro proyecto los PLC's Quantum son equipos de mayor escala ya que tienen la capacidad de manejar más de 1500 señales de E/S.

Tipo de señales a manejar.- Se debe conocer anticipadamente que tipo de instrumentación se va a controlar, si son señales discretas o analógicas, los rangos de corriente o voltaje que entregan o reciben dichos instrumentos para su funcionamiento, si el PLC admite módulos especiales de E/S como por ejemplo módulos de pesaje.

Características eléctricas.- Se debe de considerar el tamaño físico que ocupa el PLC, sus elementos de montaje así como también su voltaje de funcionamiento si es a 220 VAC, 110 VAC, 24 VDC , si necesita una fuente de alimentación externa o ya la trae incorporada y si abastece el consumo de corriente de todos sus módulos en general.

Características del CPU.- EL CPU es la parte principal del PLC entre los parámetros de selección están la capacidad de almacenamiento de la memoria RAM, la memoria de programación, la velocidad de proceso, esto incide en su costo al igual que un computador común, además de lo anotado anteriormente, la confiabilidad y la robustez del equipo juegan un papel muy importante al decidirse por un tipo y marca de procesador en especial.

Posibilidad de expansión.- Muchas de las veces se monta un sistema de automatización con la visión de ir creciendo en señales a controlar, por eso es conveniente que el PLC tenga la posibilidad de extenderse sin hacer uso de grandes inversiones para este fin, el mismo tiene también que brindar facilidad para la distribución de nuevas señales de E/S.

Comunicación.- Es necesario que el PLC cuente con los puertos necesarios para optar por uno u otro protocolo de comunicación, el número de interfaces de comunicación integradas al PLC juega un papel muy importante en la versatilidad del mismo. La velocidad, robustez y confiabilidad de la comunicación de datos entre el PLC y los instrumentos de campo son otro punto a destacar.

Software de programación.- El software utilizado por el PLC para el desarrollo del programa debe ser lo más amigable posible para el usuario, que sea de fácil instalación y compatible con los sistemas operativos utilizados en el computador donde vaya a ser instalado.

Soporte Técnico.- Es conveniente contar con un soporte técnico local que pueda ayudar a solucionar rápidamente cualquier inconveniente de software o de hardware del equipo, además de que cuenten con los equipos necesarios en el caso que de desee reponer algún módulo o elemento inmerso en el PLC.

5.1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

La arquitectura básica de la serie de equipos de automatización Modicon Quantum están conformada por diversos equipos modulares con diferente funcionabilidad los cuales se encuentran comunicados entre sí por medio de un bus de datos como se observa en la figura.

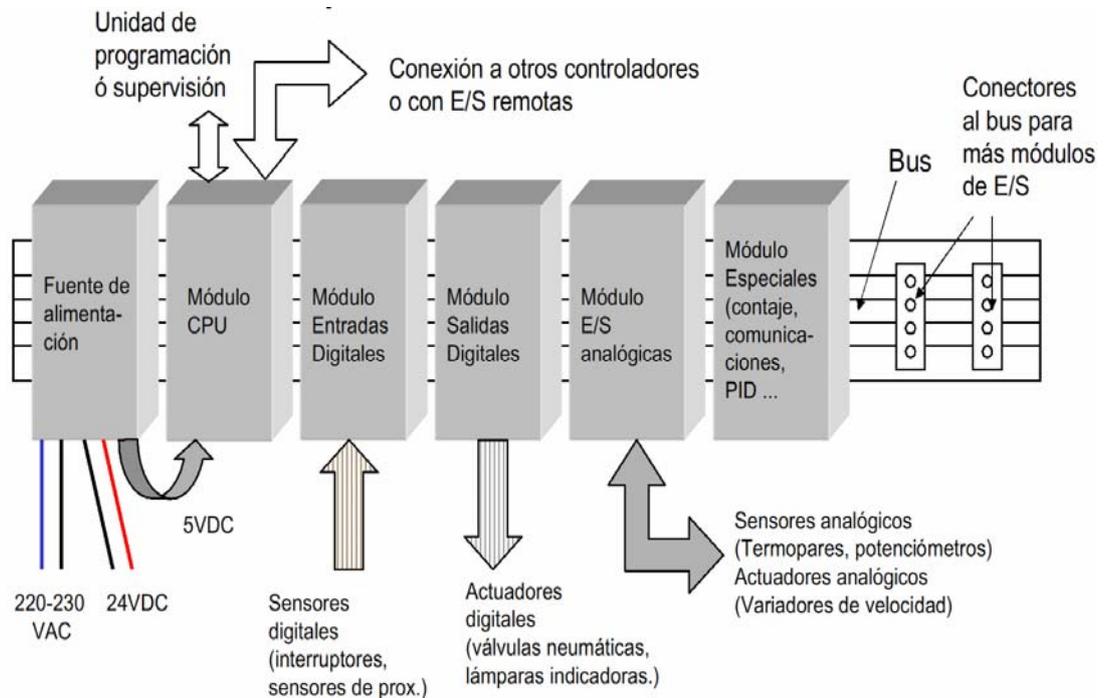


Figura 5.2 Arquitectura de PLC

Desde la izquierda se puede observar una fuente de alimentación como primer módulo, el segundo es la CPU y los siguientes tres módulos son de entradas y salidas, en este capítulo se estudiarán las características técnicas de estos primeros módulos, así como el elemento físico sobre la cual están montados. Los módulos de comunicación, los cuales sirven para formar una red entre PLC's o para comunicar al mismo con dispositivos especiales se estudiarán más adelante en el capítulo 6 de comunicaciones.

Componentes de un sistema (Hardware)

CPU.- Los módulos Modicon Quantum tienen la misma forma y dimensiones que todos los otros módulos que comprenden la familia (5X25X10 cm), 1 *slot* (espacio físico que corresponde a un módulo Quantum) de ancho y contienen en sí a los diferentes procesadores, incluido el procesador central, la memoria de almacenamiento del sistema operativo, la memoria de almacenamiento de programa, las puertas de comunicación, los LEDs indicadores de estado y los switch de direccionamiento y funciones especiales.

La CPU posee un sistema operativo también llamado ejecutivo, almacenado en memoria flash PROM. El sistema operativo viene instalado en cada CPU desde fábrica, pero puede ser cargado por el usuario a través de cualquiera de las puertas de comunicación que posee la CPU, usando como herramienta de instalación el mismo software de programación, en nuestro caso el Concept 2.6 como veremos más adelante.

La memoria RAM instalada es la encargada de almacenar el programa realizado por el usuario. La información dentro de esta memoria RAM es resguardada por la misma fuente que alimenta a la CPU, y en caso de fallar esta, existe una pila que mantiene la información almacenada en la RAM. La pila está ubicada en el frente del módulo y puede ser reemplazada sin inconvenientes durante el funcionamiento de la CPU, y su baja carga es informada a través de un mímico luminoso. Una llave deslizable ubicada en el frente del módulo permite proteger a la memoria RAM ante eventuales cambios, permitiendo sin embargo que el programa sea monitoreado.

Los cuatro modelos de módulos CPU disponibles poseen puertas de comunicación Modbus y Modbus Plus. Llaves rotativas en la parte posterior del módulo permiten establecer la dirección del controlador en una red Modbus Plus (entre 1 y 64) (Fig. 5.3).

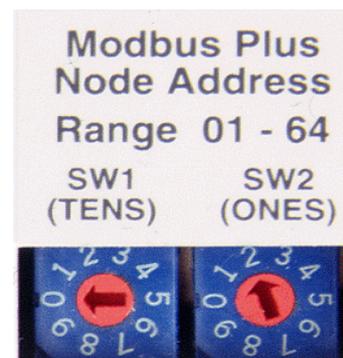


Figura 5.3 Llave MB+

Dos de los cuatro modelos de CPU incluyen coprocesador matemático y un set de más de 80 instrucciones los cuales permiten reducir significativamente los tiempos de ejecución de las operaciones. A continuación se muestra una tabla de las características principales de la CPU usada en el proyecto (140CPU43412), un detalle más a fondo de este módulo se encontrará en el Anexo C.

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| CPU | 140CPU43412 |
| Velocidad de proceso | 0.1 ms/Kbytes |
| RAM | 2 Mbytes |
| Flash PROM | 256 Kbytes |
| Memoria IEC de programación | 64 KWords |
| Memoria extendida | 896 KWords |
| Capacidad Discretas | 64 KWords |
| Capacidad Registros | 57 KWords |
| Puertos de comunicación | 2 Modbus, 1 Modbus+ |

Tabla XI. Características de la CPU utilizada.

Backplane.- Se denomina backplane o bastidor, al lugar físico donde se instalarán los módulos que compondrán un sistema. Hay 6 modelos diferentes de Backplanes que en lo único que se diferencian es en su capacidad de soportar mayor o menor cantidad de módulos; hay backplanes de 2, 3, 4,6, 10 y 16 slots.

Absolutamente todos los módulos de la serie de equipos de automatización Quantum ocupan 1 slot, por lo tanto la elección del backplane será en función de la cantidad de módulos a ubicar, cualquiera de los seis modelos disponibles es apto para cualquier tipo de configuración, sea esta local, remota o distribuida, reduciéndose de esta manera la necesidad de tener diferentes modelos en stock. El backplane no tiene prácticamente profundidad. La profundidad de la instalación estará dada por la de los módulos (10 cm). Posee un bus pasivo encargado de proveer señal de datos y alimentación (alimentación de la lógica del módulo por lo general 5 VDC, no alimentación de campo) para todos los módulos.



Figura 5.4 Módulos Quantum montados en Backplane

Fuentes de Alimentación.- Las fuentes de alimentación son las encargadas de proveer a la CPU y a los diferentes módulos a través del bus de comunicación ubicado en el backplane, la alimentación para su funcionamiento. Tienen la misma forma y dimensión que todos los otros módulos del sistema, pudiendo ser ubicado en cualquier slot, pero con la firme recomendación que se ubique en el slot 1 por problemas de disipación.

La alimentación provista por la fuente, en el caso de los módulos de E/S, es para la sección lógica de las mismas: no es alimentación de campo. Las fuentes toman tensión de línea o batería, entregando tensión estable de +5VDC inmune a ruidos del sistema. Están protegidas contra sobre tensión, sobre corriente y aseguran el funcionamiento del sistema en típicos ambientes industriales, ya que protegen al mismo de fluctuaciones de la tensión de línea y del ruido eléctrico, este último sin necesidad de transformador de aislamiento.

Modicon ofrece fuentes de alimentación, con 120/240 VAC o 24 VDC como tensiones de entradas a las fuentes, con 8 amperes de corriente cada una de ellas. Es aconsejable ubicar las fuentes en el extremo del backplane para alargar su vida útil. Las fuentes de alimentación pueden trabajar por separado, con otra fuente de forma “sumable” para proveer del doble de corriente al sistema y en forma “redundante” como seguridad ante la falla de cualquiera de ellas. Las especificaciones de la fuente utilizada en este proyecto (140CPS11410) se las encontrará con más detalle en el anexo C.

5.1.3 MÓDULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

Los módulos pueden llegar a ser de entradas discretas y analógicas, de salidas discretas y analógicas, todos ellos con diferentes niveles de tensión y corriente, y diferente cantidad de puntos interactuando con el campo.

Entre las diversas certificaciones internacionales cuentan con UL, CSA y Factory Mutual Clase 1 División 1, esta última certificación permiten que sean usados en áreas riesgosas.

Los módulos poseen el atributo denominado “HOT SWAP”, pueden ser retirados del bastidor cuando están alimentados y en funcionamiento, sin que los mismos sufran alteraciones en su operación (Fig. 5.5).

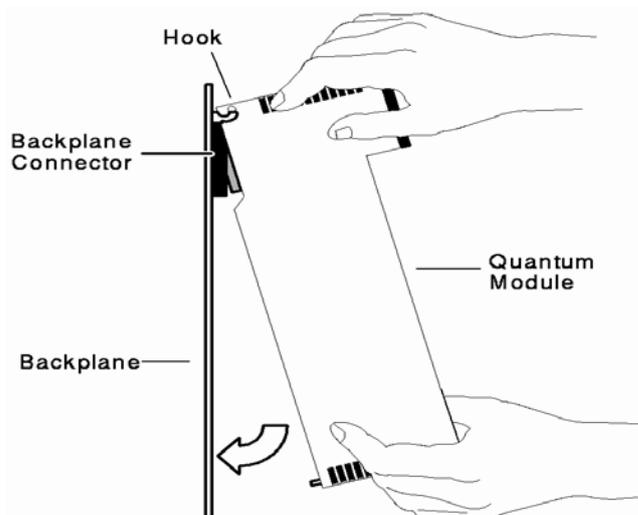


Figura 5.5 Característica “HOT SWAP” de los Módulos Quantum

Todos los módulos son configurables por software. No existen interruptores para este tipo de tarea. Tanto su ubicación en el backplane como las características de las señales de E/S son configuradas por software. Esto hace que sea muy sencillo agregar módulos o cambiar los existentes de lugar, sin modificar en absoluto la programación realizada.

Como ejemplo particular de configuración mediante software de un módulo, podemos mencionar el caso de un módulo de termocupla, al cual mediante el software Concept 2.6 se le puede configurar cada una de las entradas definiéndole el tipo de termocuplas a ser conectadas, y por lo tanto el rango de tensión que recibirá dicha entrada. Algo similar se puede hacer con los módulos de entradas analógicas, a cada una de las entradas se le puede definir el rango de corriente o tensión a sensor y la cantidad de bits a los cuales será convertida la medición.

Otra característica sobresaliente de los módulos, en este caso de salida, de la serie de equipos Quantum, es la posibilidad de definirle el estado de las salidas ante falla, todas las salidas desactivadas, retención del último valor o valor seguro predefinido. Esto es posible tanto para los módulos analógicos como para los discretos.

De la misma manera a lo mencionado en las descripciones precedentes, cualquier módulo puede ir ubicado en cualquier lugar, de la misma manera que todos los módulos que componen la serie de equipos de automatización Modicon.

Un único tipo de terminal o bornera existe para todos los módulos de E/S disponibles. Un conjunto de pequeños pines permiten codificar tanto el módulo como el terminal evitando así cometer errores a la hora de conectar el terminal en el módulo.

Los módulos poseen en su parte superior un conjunto de mímicos indicando el estado del mismo y el estado de cada una de las salidas. A continuación se hace un análisis de la forma en que van conectados los instrumentos en las borneras de los módulos. Las especificaciones de los módulos de E/S usados en este proyecto se las encontrará con más detalle en el anexo C.

Entradas Digitales.- A este módulo se unen eléctricamente dispositivo tales como interruptores, finales de carrera, pulsadores. Al activarse el sensor, la información recibida en el módulo en forma de voltaje (110 VAC, 220 VAC, 24VDC) es enviada a la CPU transformada en señal digital (1 activado y 0 desactivado) para ser procesada de acuerdo la programación residente.

En la conexión de sensores en los módulos de entradas digitales, se utilizan como captadores los contactos eléctricamente abiertos o eléctricamente cerrados del sensor dependiendo de su función en el circuito. Módulo utilizado, anexo C (140DAI54300).

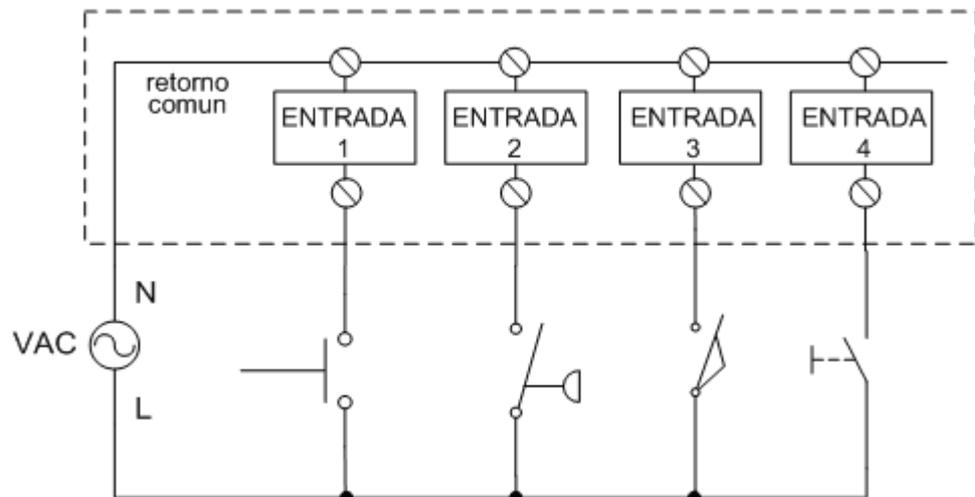


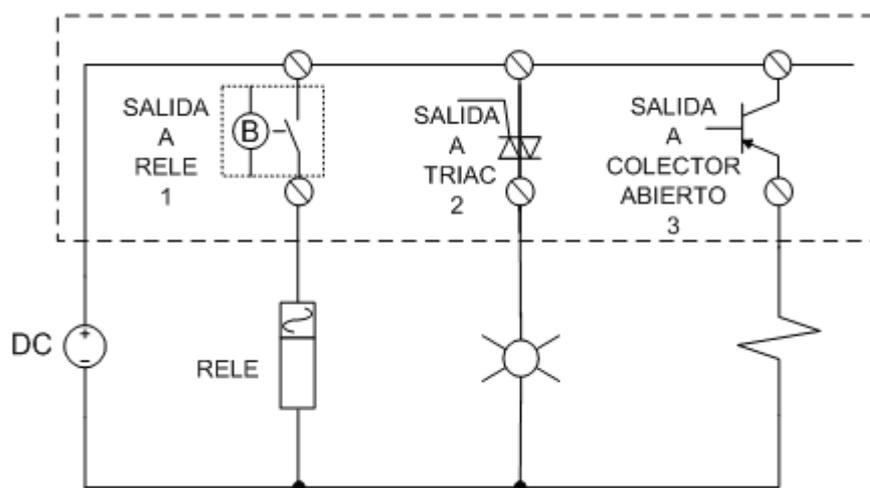
Figura 5.6 Conexión de sensores a módulo de entrada

Salidas Digitales.- El módulo de salidas del autómata es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

Según el tipo de proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Salidas a relés los cuales son usados en circuitos de corriente DC o AC. Están basados en la conmutación mecánica de un contacto eléctrico normalmente abierto por la activación de una bobina del relé. Salida a triacs, se

utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesiten maniobras de conmutación muy rápidas. Salidas a Transistores a colector abierto. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de DC. Igualmente que en los de Triac's que son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión y desconexión muy rápidas. Módulo usado, anexo C (140DRA84000)

Figura 5.7 Conexión de actuadores a módulo de salida



Entrada Analógicas.- A este módulo se unen eléctricamente instrumentos como sensores de presión, temperatura, caudal, nivel, etc. Los instrumentos de medición tienen en común la utilización de una señal que varía en forma continua, dentro de un rango de valores predeterminado. Las mediciones que varían de esta manera, reciben el nombre de señales analógicas. Por regla general, los instrumentos de medición entregan una señal analógica de 4 -20 mA. En un menor número de ocasiones entregan una señal de 0 -10 Volts. Por lo general para proveer de

corriente al sensor se ubica una fuente de voltaje DC en serie con el mismo. Módulo usado en el proyecto, ver anexo C (140ACI03000)

Salidas Analógicas.- A este módulo se unen eléctricamente dispositivos como válvulas de control, variadores de velocidad, moduladoras, etc. Estos instrumentos de control utilizan una señal que varía en forma continua de 4-20 mA (la cual es entregada por el módulo de salidas analógicas) para su funcionamiento. Módulo usado en el proyecto, ver anexo C (140ACO02000)

Como lo hemos visto, los voltajes y corrientes de los dispositivos de campo llegan a los módulos de E/S en forma de señales eléctricas y de allí al CPU y al computador en forma de datos o bits, la manera de comunicar todos estos datos de E/S se estudiarán en el capítulo 6 de comunicación, donde se incluirá el estudio de los otros módulos ubicados en el backplane los cuales son empleados para enlazar los datos antes mencionados.

5.2 CONCEPT 2.6: SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.

Para poder programar un PLC, es necesaria una herramienta de programación y configuración que sirva de interfase entre el programador y el PLC. Esta herramienta posibilita la configuración de todos los módulos involucrados en el controlador y convertirá el programa generado por el programador en un “lenguaje” lógico y accesible para los usuarios en palabras digitales interpretadas por el microprocesador de la CPU del controlador.

En el caso particular de MODICON la herramienta de programación es el software Concept y la versión a utilizar en este proyecto es la 2.6, el cual permite configurar y programar a los PLC MODICON Quantum, así como a todos los PLC´s actualmente comercializados por MODICON.

El Concept 2.6 es un conjunto de herramientas y ambiente de aplicaciones basado en entorno Windows para desarrollo de programas, conforme con estándar IEC 1131-3 de programación de PLC´s.

5.2.1 CARACTERÍSTICAS Y BONDADES

Concept es la herramienta que provee Modicon para programar la serie de equipos de automatización Quantum. Es una herramienta abierta en si misma, que permite configurar, programar, realizar transferencias y documentar una aplicación.

Entre las ventajas principales podemos anotar que es un software de programación amigable el cual permite optimizar el tiempo de programación, ya que existe la posibilidad de cortar, copiar, pegar, mover, etc., cualquier bloque creado en cualquier sección creada por el usuario.

Permite al usuario crear secciones por separado y escoger para cada una de ellas un lenguaje diferente de programación, haciéndolo un software abierto para la gran mayoría de programadores, los lenguajes soportados por Concept 2.6 son el FBD (Diagrama de bloques de Función), LD (Diagrama de Escaleras), ST (Texto Estructurado), IL (Lista de Instrucciones), SFC (Diagrama Funcional en Secuencia), los cuales serán estudiados con detenimiento más adelante.

Las pantallas de programación cuentan con herramientas gráficas para: maximizar o minimizar las ventanas, insertar objetos desde el portapapeles, cortar, copiar objetos seleccionados, deshacer la última tarea, guardar cambios o archivos, etc. y una de las herramientas más importantes es transferir los cambios realizados en línea al PLC.

Concept 2.6 cuenta con un explorador de proyecto que agiliza la búsqueda de secciones y ventanas de configuración, existe una librería de bloques de función pre-elaborados en los diferentes lenguajes de programación, es posible documentar bloques o partes de programación en cualquier parte del programa lo que facilita la ubicación en todas las secciones. EL software también cuenta con una ayuda contextual en línea de muy fácil acceso, la misma que resulta bastante útil, ya que reúne toda la documentación de software, parámetros generales, conexiones, características eléctricas y físicas de cada uno de los módulos de toda la familia de PLC's Modicon. La ayuda también abarca el manejo del programa Concept, la cual se presenta de manera inteligente a cada paso de configuración y programación de esta familia de PLC's.

Monitoreo y Simulación.- La posibilidad de monitorear el programa una vez que esta en funcionamiento permite controlar de una manera óptima la ejecución del programa cargado en el controlador. Se puede observar en la figura los valores en tiempo real de color amarillo, las salidas activadas y la secuencia de ejecución en color verde. Otra de las ventajas del programa es la posibilidad de simularlo antes de transferirlo al PLC, esto permite corregir cualquier error tanto de configuración como de programación, el simulador PLC Sim IEC de 16 y 32 bits permite probar la aplicación con las mismas características que un controlador real.

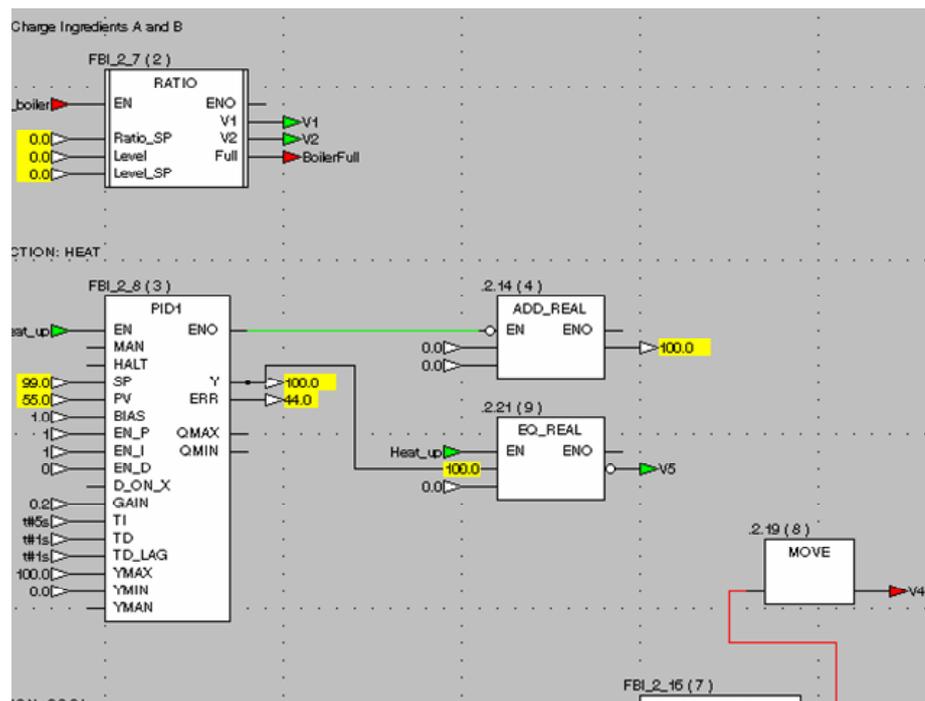


Figura 5.8 Monitoreo en Concept .

5.2.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.

Cuando surgieron los autómatas programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobra contruidos con contactores y relés. Por lo tanto, la comunicación hombre-maquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento. El lenguaje usado, debería ser interpretado, con facilidad, por los mismos técnicos electricistas que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés usados anteriormente.

La funcionabilidad de Concept 2.6 permite que en un mismo programa puedan convivir varios lenguajes de programación sin ningún tipo de conflictos. Estos lenguajes pueden ser:

Diagrama de bloques de funciones. (FBD)

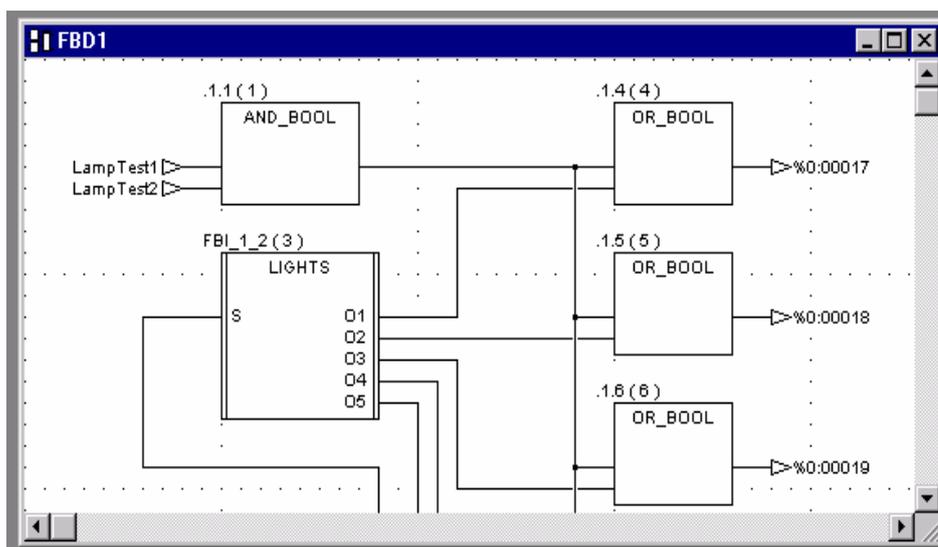


Figura 5.10 Lenguaje FBD

Diagrama de escaleras. (LD)

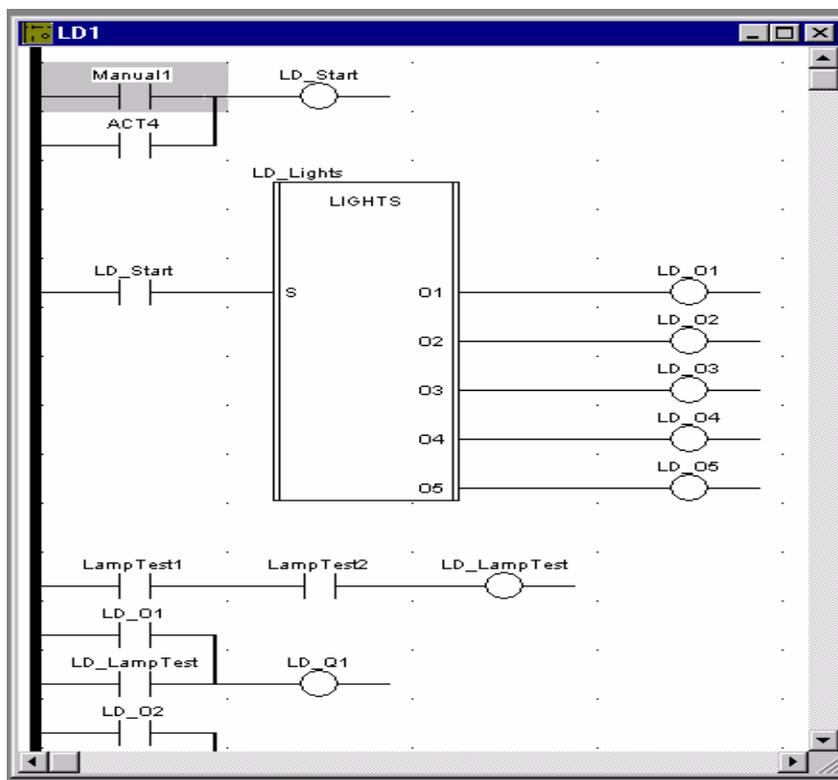
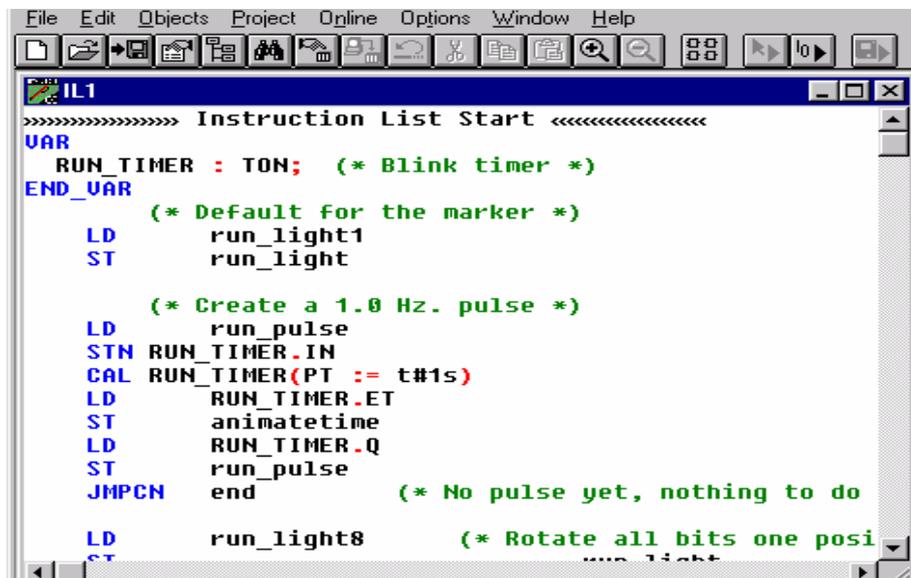


Figura 5.11 Lenguaje LD

Este es un lenguaje de programación gráfico que intenta representar con la mayor fidelidad posible los tradicionales diagramas de conexionado de lógicas de relés. Fue este tipo de programación sumamente accesible para los usuarios la que permitió, en los orígenes de la industria del PLC la difusión masiva de estos. Este lenguaje ha evolucionado con el tiempo y se han añadido bloques de función que permiten realizar todo tipo de operaciones: matemáticas, movimiento de bloques, control de procesos, operaciones matriciales, etc., sin embargo el concepto de programación en escalera ha sido mantenido.

Lista de Instrucciones. (IL)



```

File Edit Objects Project Online Options Window Help
IL1
Instruction List Start
UAR
RUN_TIMER : TON; (* Blink timer *)
END_UAR
(* Default for the marker *)
LD run_light1
ST run_light
(* Create a 1.0 Hz. pulse *)
LD run_pulse
STN RUN_TIMER.IN
CAL RUN_TIMER(PT := t#1s)
LD RUN_TIMER.ET
ST animatetime
LD RUN_TIMER.Q
ST run_pulse
JMPCN end (* No pulse yet, nothing to do
LD run_light8 (* Rotate all bits one posi

```

Figura 5.12 Lenguaje IL

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y a su combinación en un circuito eléctrico a contactos. Es decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos los casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

Texto estructurado. (ST).

Es un lenguaje de alto nivel, similar a PASCAL, a pesar de ciertas similitudes menores, ST es un lenguaje distinto que ha sido desarrollado específicamente para aplicaciones de control industrial. ST tiene un amplio rango de instrucciones para asignar valores a variables, creación de expresiones, para evaluación condicional de declaraciones seleccionadas y para iteración, esto es, repetir una sección de código seleccionada.

```

ST1
Structured Text Start
VAR
  TIMER : TON;
END_VAR

TIMER(IN := NOT pulse,
      PT := t#1s); (* Blink timer *)
pulse := TIMER.Q;

(* Count every pulse *)
IF pulse = 1 THEN
  count := count + 1;
END_IF;
(* Animate lights according to counter *)
CASE count OF
  1: out1 := TRUE;
  2: out2 := TRUE;
  3: out3 := TRUE;
  4: out4 := TRUE;
  5: out5 := TRUE;

```

Figura 5.13 Lenguaje ST

Diagrama Funcional en Secuencia (SFC).

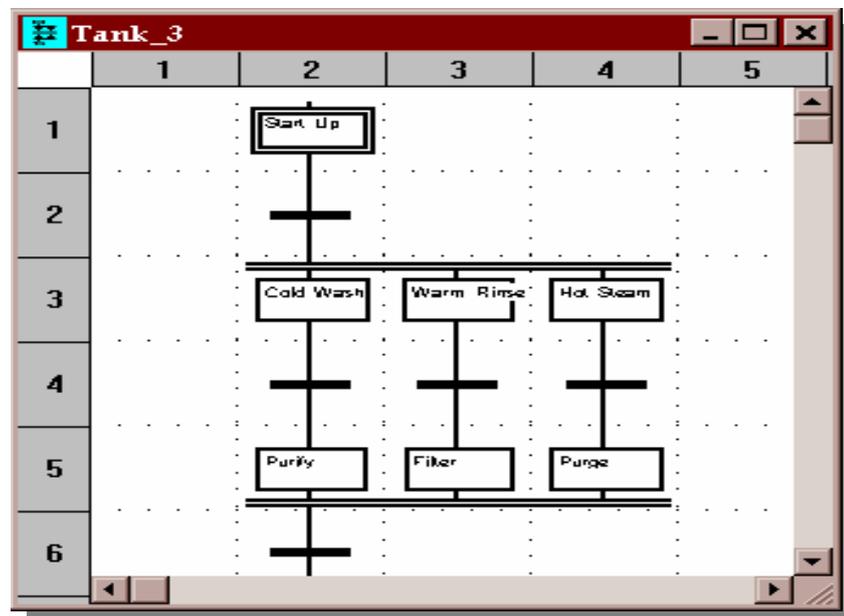


Figura 5.14 Lenguaje SFC

Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir en las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismo eléctrico. Muchos de los autómatas que existen en el mercado permiten la programación en SFC, también podemos utilizarlo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

Para asegurar la estandarización de los lenguajes de programación de los PLC's, y asegurarle al usuario una única forma de programar, sin importar la marca comercial del PLC, ha sido establecida la norma IEC 1131-3 que fija criterios en tal sentido.

5.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC.

En la figura 5.15 se muestra un diagrama de flujo de la programación, una vez ejecutado el software es necesario crear una carpeta la cual va a contener todo el proyecto, el paso siguiente es la selección y configuración del controlador y de los módulos de E/S, declaración de todas las entradas y salidas del proyecto, se crean las secciones de programa que es donde va a residir toda la lógica del proceso, una vez terminado el programa debe ser simulado para corregir cualquier error de configuración y programación, al estar seguros de la validación de nuestro programa se procede a transferirlo al PLC y de allí como paso final se requiere hacer todas las pruebas de campo, controlar y monitorear todos los elementos, controlar todas las secuencias lógicas de programa y de esta manera conseguir una operación óptima de la planta desde el PLC.

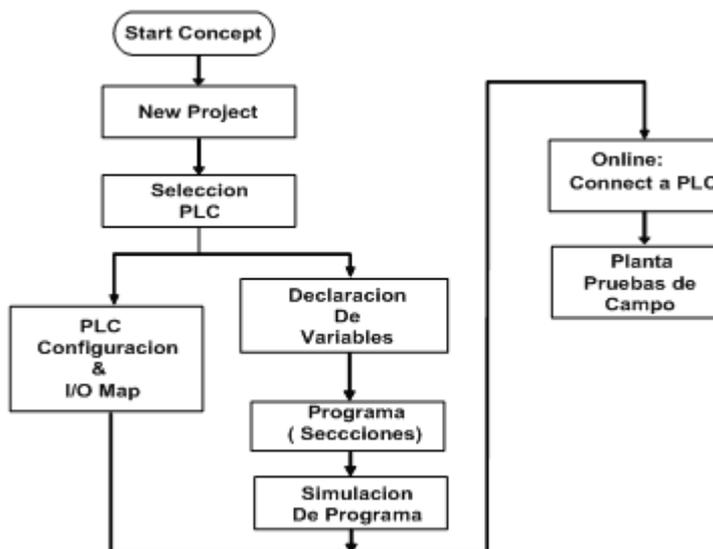


Figura 5.15 Diagrama de Proyecto

La primera programación del PLC debe hacerse “fuera” del mismo, sin estar conectado al controlador, para luego transferirla y decidir si se continúa programando y configurando una vez conectado al controlador.

Cuando se habla de la primera programación se hace referencia a aquella que debe realizarse cuando el controlador proviene de fábrica, no conteniendo ningún tipo de información en memoria RAM y con la batería de backup desconectada; o bien aquella que debe realizarse cuando la memoria RAM de programación pierde por completo su contenido tras un corte de alimentación con una desconexión o descarga simultánea de la batería de backup.

Un proyecto representa el programa completo de un proceso que será controlado por un PLC este incluye archivos para el programa, configuración del proyecto, bloques pre-elaborados DFB's locales y globales. Los distintos proyectos de una planta pueden guardarse en el mismo directorio o en distintos directorios. Un proyecto puede dividirse en una o más secciones de programa.

Nuevo Proyecto.- los pasos para crear un nuevo proyecto en Concept 2.6 son los siguientes:

- Elegir “Nuevo Proyecto”.
- Al guardar un proyecto por primera vez, ir a *Guardar Proyecto como...* e ingresar el nombre del proyecto.
- Si el subdirectorío requerido no existe, puede crearlo especificando la ruta completa donde se desea guardar el archivo. Por ej.: C:\PLANT_DIR\nombre_proyecto.PRJ
- Consejo: No guarde sus proyectos en el directorio raíz de CONCEPT.

5.3.1 CONFIGURACION DEL PLC.

Configurar un PLC significa definir parámetros de funcionamiento del equipo tales como memoria, módulos de proceso, mapa de entradas y salidas, etc., algunos de estos parámetros son básicos y esenciales para el funcionamiento del sistema, debiendo definirse los mismos (offline), esto quiere decir fuera del CPU, para luego cargarle a esta la definición realizada. Tales parámetros son entre otros el tipo de controlador, las características del mismo, la cantidad de segmentos, la cantidad de drops, etc.

La configuración es realizada mediante el software Concept 2.6, el director de configuración tiene como propósito dividir la memoria del PLC para que esta cumpla funciones diferentes. La Pantalla de Apreciación global de configuración. (fig.5.16),

| | | |
|--|--|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Resumen Selección del PLC Partición de memoria del PLC Instrucciones cargables Especiales Ampliaciones de configuración Asignación de E/S Administrador de segmentos Ajustes en puerto Modbus ASCII Instalar ASCII | PLC Tipo: 140 CPU 434 12 Rango lógico disponible: 14422 IEC Habilitar Tamaño de memoria IEC: 676 | |
| | Partición de memoria del PLC | |
| | Bits de salida/marca: | 000001 002000 |
| | Bits de entrada: | 100001 100864 |
| | Registros de entrada: | 300001 300012 |
| | Registros de salida: | 400001 401350 |
| | Instrucciones cargables Cantidad instalada: 0 | |
| Especiales | | |
| Vigilancia de batería: | -- | |
| Registro de temporizador: | -- | |
| Hora del día: | -- 400007 | |
| Administrador de segmentos Segmentos: 32 | | |
| Ampliaciones de configuración | | |
| Protección de datos: | Bloquear | |
| Peer Cop: | Bloquear | |
| Hot Standby: | Bloquear | |
| Ethernet: | 0 | |
| Profibus DP: | 0 | |
| ASCII | | |
| Cantidad de mensajes: | 0 | |
| Tamaño del rango de mensajes: | 0 | |
| Cantidad de interfaces: | 0 | |

Figura 5.16 Director de Configuración del PLC.

La configuración básica se hace en la pantalla de apreciación global de configuración, en esta ventana se configura la información básica requerida, esto es el tipo y modelo de PLC ya que como habíamos indicado anteriormente estos pueden variar en los aspectos antes indicados, otro punto a configurar es el tamaño de memoria de programación, las entradas y salidas se ingresan al programa en forma de direcciones configurándose los rangos de registros de estas variables de entradas y salidas.

Configuración de la CPU.- La figura 5.17 es la ventana de selección de la CPU del controlador, solo basta con seleccionarla para que el programa la ingrese al sistema de configuración global del proyecto.

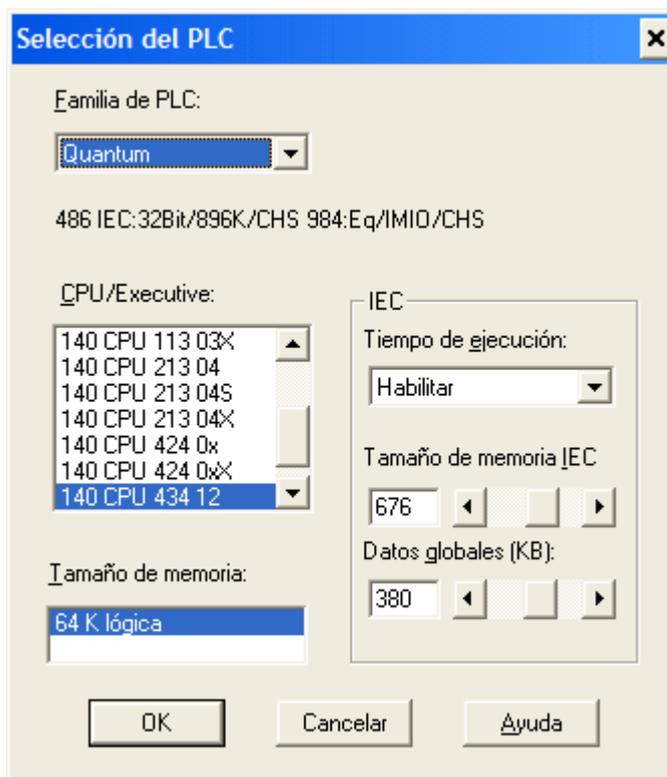


Figura 5.17 Selección de la CPU

De acuerdo a las especificaciones técnicas del controlador se configura automáticamente el espacio de memoria de usuario, de memoria extendida, los rangos de registros de variables se definen por defecto, teniendo el usuario la posibilidad de cambiar dichos rangos si lo amerita.

Existe la posibilidad de asignar un registro de referencia para conocer el estado de la batería que mantiene la memoria RAM del sistema ante fallas de alimentación. Para ciertas aplicaciones que requieran de sincronización, un registro de temporización puede ser definido, además se asigna un registro de reloj

calendario el cual no se detiene si el PLC estuviera parado, solo lo hace cuando se pierde la alimentación de la memoria RAM.

Otro de los parámetros a configurar es la tabla de mensajes ASCII que se estima serán usados, el tamaño de cada área de mensajes y el número de puertas a través de los cuales se pueda enviar y recibir esta clase de mensajes. La configuración de extensiones donde se configura parámetros adicionales como protección de datos, habilitación de comunicación ethernet, etc.

Mapa de Ubicación de Drops de E/S (I/O MAP).- Dentro de la configuración de un controlador, una de las definiciones a realizar es el de la ubicación física de los módulos de entradas y salidas en los backplanes y la asignación de referencias a dichas E/S.

La fig.5.18 muestra la distribución de estaciones o de drops, se pueden apreciar el Drop Local y los tres Drops remotos, si fuera el caso de que la red necesite más drops remotos se los puede crear usando el botón insertar.

El mapa es quien asigna a cada punto de E/S una referencia y quien “informa” a la CPU sobre la ubicación física de cada uno de los drops, sea este Local o remoto.

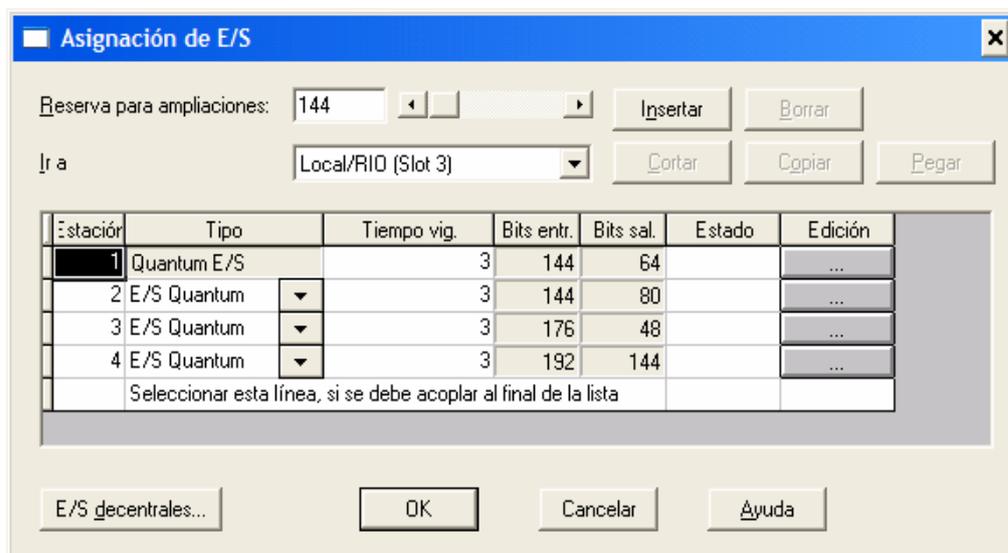


Figura 5.18 Mapa de Drops de E/S

Al Drop Local se le ha asignado la dirección 1 ya que contiene al controlador CPU, esta va ubicada en un slot del backplane principal, por lo tanto los demás módulos del backplane Local deberán ser de la familia Quantum. Pero tenemos que anotar que la red de E/S remotas además de soportar a módulos de la familia Quantum, soporta también módulos de las series 800 y 200, ubicados en otros backplanes. Desde el I/O Map es posible crear nuevos Drops ubicándonos en el número de estación deseado y usando el botón insertar, al agregar un nuevo drop existen diversas alternativas para configurarlo. Para una mejor comprensión hemos creído conveniente estudiar las configuraciones de los módulos de E/S, más adelante en el subcapítulo de variables de programación.

5.3.2 VARIABLES DE PROGRAMACIÓN.

Como se puede ver en la fig. 5.19 todos los elementos de entradas y salidas que están conectados a los distintos módulos, necesitan una referencia o registro para que sean identificados por el programa. Concept 2.6 asigna a las variables de entradas discretas referencias del tipo 10XXX, salidas discretas 00XXX, entradas analógicas 30XXX y salidas analógicas 40XXX.

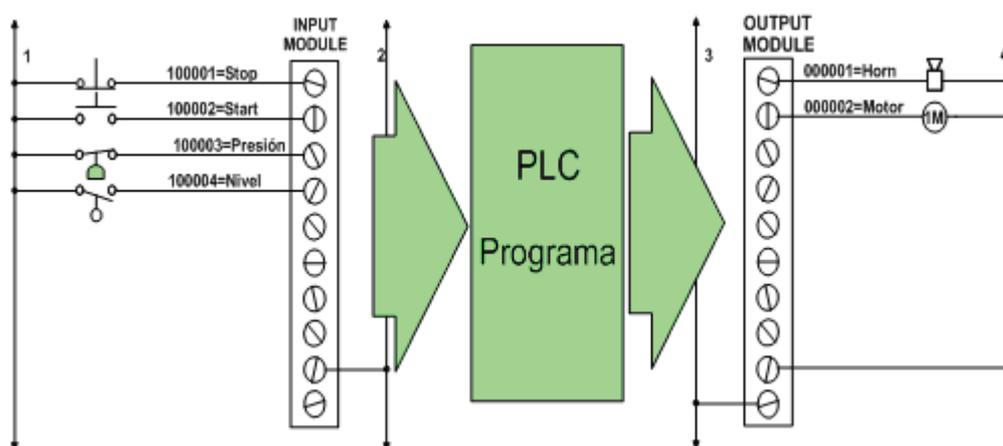


Figura 5.19 Diagrama de E/S

Selección y Configuración de Módulos de E/S.- Para ingresar los módulos en cada uno de los Drops, damos un clic sobre el botón con el nombre del drop seleccionado y automáticamente se despliega un cuadro de estación el cual detalla todos los módulos involucrados en el drop.(fig.5.20).

Para seleccionar un módulo, pulse el botón en el slots donde se desea ingresarlo, este a su vez desplegará un cuadro de selección (fig. 5.21) de módulo donde se encuentra una lista de todos los módulos posibles que están en capacidad de ser configurados en el slot seleccionado.

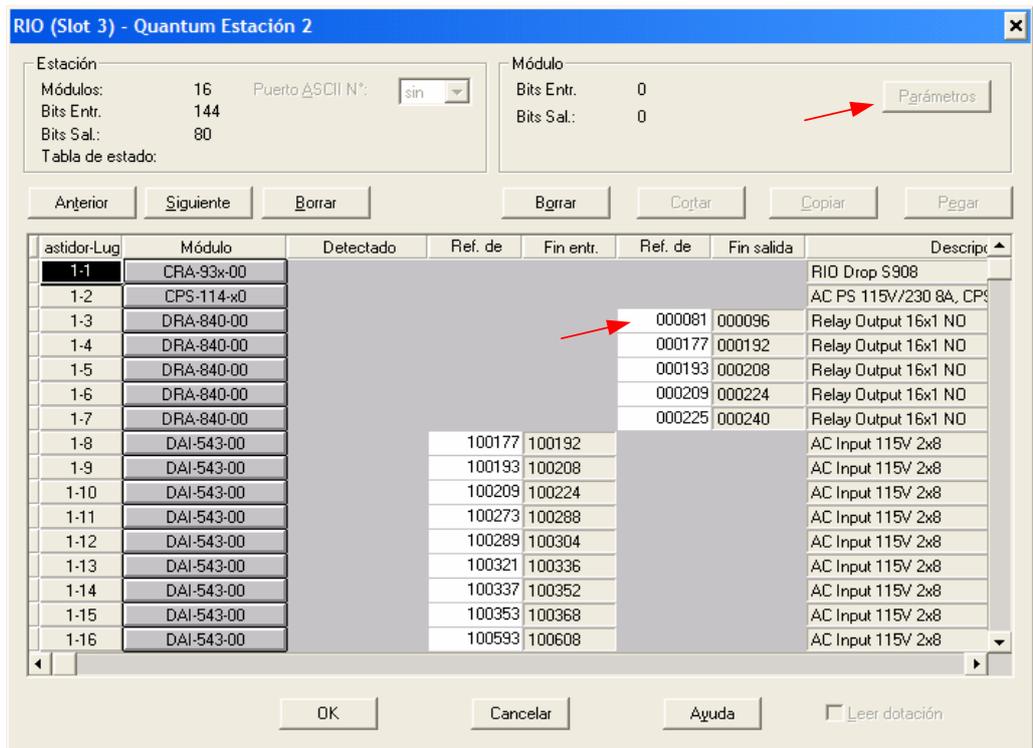


Figura 5.20 Configuración de drop

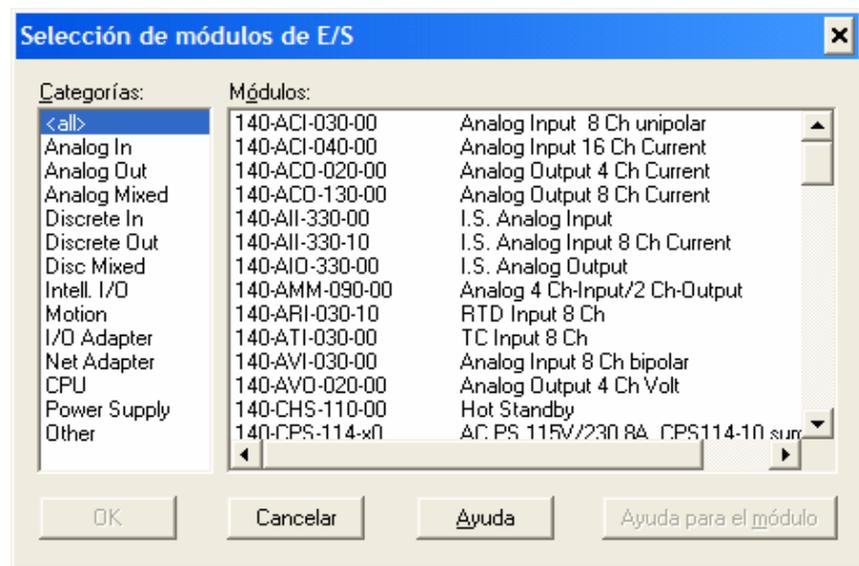


Figura 5.21 Selección de módulos

Una vez seleccionado el módulo se debe ingresar el rango de direcciones en el cuadro de referencias correspondientes para cada módulo. También se incluye una descripción de cada uno de los módulos del drop (número de entradas y salidas, voltaje de funcionamiento, tipo de señal que soporta, etc.). Para los módulos de entradas o salidas analógicas existe un recuadro de parámetros (fig 5.22) en el cual se define el tipo de señal que maneja el elemento a conectarse al módulo ya sea este de entrada o salida. Como se puede apreciar pueden coexistir en un mismo módulo señales de diferentes tipos, para el caso del proyecto de tesis las señales analógicas que se manejarán están en rangos de 4 a 20 mA.

The screenshot shows a configuration window titled '140-AVI-030-00'. It contains the following settings:

- Formato de datos: Formato de 16 Bits
- Rango canal 1: 4 mA hasta +20 mA
- Rango canal 2: 0 mA hasta +20 mA
- Rango canal 3: -10 V hasta +10 V
- Rango canal 4: -5 V hasta +5 V
- Rango canal 5: -10 V hasta +10 V
- Rango canal 6: -10 V hasta +10 V
- Rango canal 7: -10 V hasta +10 V
- Rango canal 8: -10 V hasta +10 V

Buttons at the bottom: OK, Cancelar, Ayuda.

Figura 5.22 Parámetros de señales

Manejo de Variables.- Cada variable debe ser declarada antes de ser usada en la lógica, sea independientemente con el cuadro de declaración de variables o bien durante la programación con un doble clic en la E/S a asignar. A cada variable debe asignársele un tipo de dato. CONCEPT provee tipos de datos elementales y derivados. Estos pueden ser:

- *BOOL*, debe ser un uno (ON) o un 0 (OFF)
- *WORD*, representa una cadena de caracteres de 16 bits.
- *INT*, representa un valor entero. El rango de representación va de -32768 a 32767.
- *UINT*, representa un entero sin signo (números naturales). El rango de representación va de 0 a 65535.
- *REAL*, representa un valor con coma (decimal). El rango de representación va de $8.43e-37$ a $3.36e+38$.

Tipos de Variables:

- Los nombres de variables pueden tener una longitud máxima de 32 caracteres y pueden comenzar con un número.
- Las variables no localizadas son aquellas con nombre pero sin dirección de hardware. Se implementa en el código, lo que implica que su actualización es más rápida que una variable localizada.
- Las variables localizada son aquellas con dirección de hardware (RAM de estados). No se implementa en el código, sino que se actualiza al comienzo y al final del programa.
- Las Constantes se usan para definir el valor de una variable por ej. $Hi_Temp = 103.7$, $Pi=3.1416$ estas no pueden ser localizadas.

El listado y descripción de variables de programación del proyecto se encuentra en el anexo D.

5.3.3 SECCIONES DEL PROGRAMA.

Un proyecto puede dividirse en hasta 1.600 secciones. Una sección es como el capítulo de un libro, permite estructurar el proyecto en módulos de programación haciendo más rápido el acceso y reconocimiento de las secciones. Una sección puede programarse en cualquiera de los siguientes lenguajes IEC: FBD, SFC, LD, IL, o ST.

Una sección puede usarse para monitorear en línea el estado del proceso. Cada sección puede o no tener habilitada su ejecución, esto es, el usuario puede seleccionar cuales secciones se ejecutarán y cuáles no, ordenar con anticipación el orden de ejecución de las secciones del programa.

En la Figura 5.23 se muestra el cuadro de sección, de donde se puede escoger el lenguaje indicado para cada sección, pudiendo coexistir en un mismo programa secciones con diferentes lenguajes de programación.



Figura 5.23 Nueva sección de Programa

El explorador de proyecto (fig.5.24) permite navegar rápidamente por todas las secciones creadas y permite funciones tales como:

- Abrir, Borrar (Eliminar)/Limpiar secciones.
- Cambiar las propiedades de una sección (nombre, comentario).
- Cambiar el orden de ejecución.
- Agrupar secciones
- Cerrar grupo de secciones (ocultar subestructura), Buscar grupos/secciones en el Navegador del Proyecto, Mover grupos de secciones (cambiar el orden de ejecución).
- Abrir, Cerrar, minimizar/maximizar, definir tamaño de la ventana de la sección.
- Animar estados de habilitación en la sección. Habilitar /Deshabilitar secciones
- Cálculo del uso de memoria por sección.

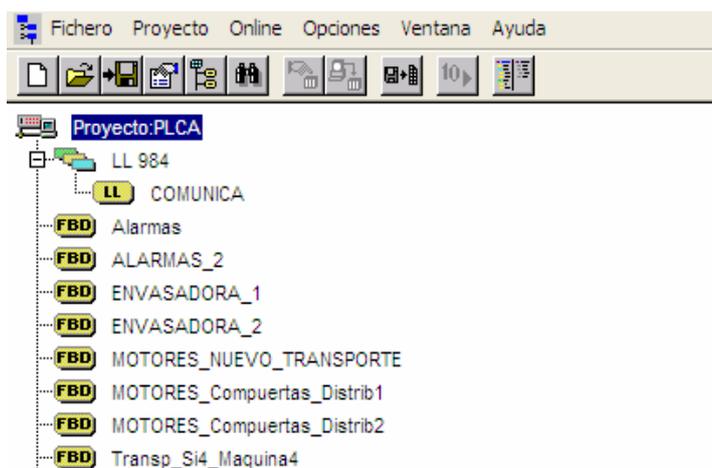


Figura 5.24 Explorador de proyecto.

5.3.4 CONDICIONES DE PROGRAMACIÓN

Antes de transferir un proyecto, es preciso cotejar que la versión del sistema ejecutivo del PLC corresponda con la versión de Concept con la que se está trabajando. Cuando un PLC sale de fábrica este viene por lo general con un sistema ejecutivo o “firmware” actualizado para el software de programación, pero es muy importante asegurarse de que este archivo ejecutable sea el correcto para asegurar un perfecto desempeño del programa. Concept provee una herramienta de fácil uso para este fin, el *ExecLoader*.

ExecLoader es un programa de 32 bits basado en Windows que permite actualizar el firmware ejecutivo en una amplia variedad de módulos de los autómatas de Schneider Electric. Una vez instalado el programa en el panel de programación (PC), el ExecLoader le guiará a través de las etapas del proceso. Sólo tendrá que hacer clic en unas opciones de menú muy intuitivas para descargar fácilmente la versión más reciente del ejecutivo de su controlador.

Pasos principales.- El proceso se compone de cinco pasos principales:

Paso 1.- Seleccionar uno de los cuatro protocolos de comunicación que se ajuste a su sistema.



Figura 5.25 Paso 1 EXECLoader.

Paso 2.- Dependiendo del protocolo de comunicación que elija (Modbus Plus, TCP/IP o Modbus) se deberá seleccionar un equipo de destino que se ajuste al equipo en el sistema desde o hacia el cual vaya a realizar la transferencia del ejecutivo.

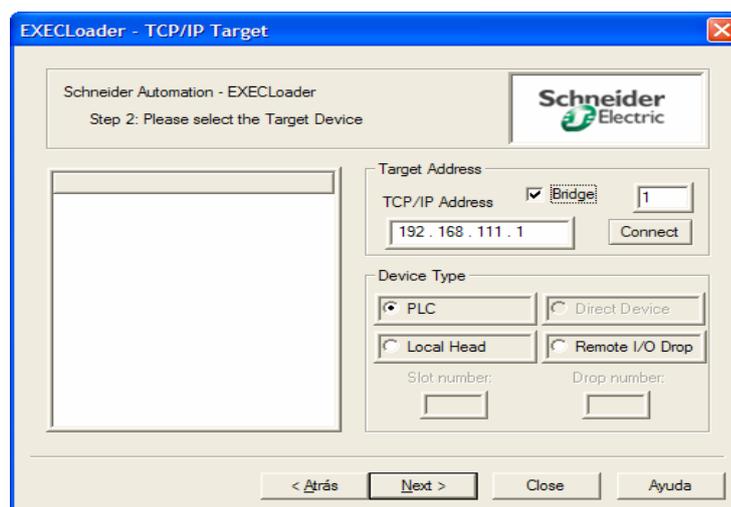


Figura 5.26 Paso 2 EXECLoader.

Paso 3.- Seleccionar el modo de funcionamiento (transferir un ejecutivo a un equipo, desde un equipo, o consultar un equipo para solicitar información) que se desee realizar.

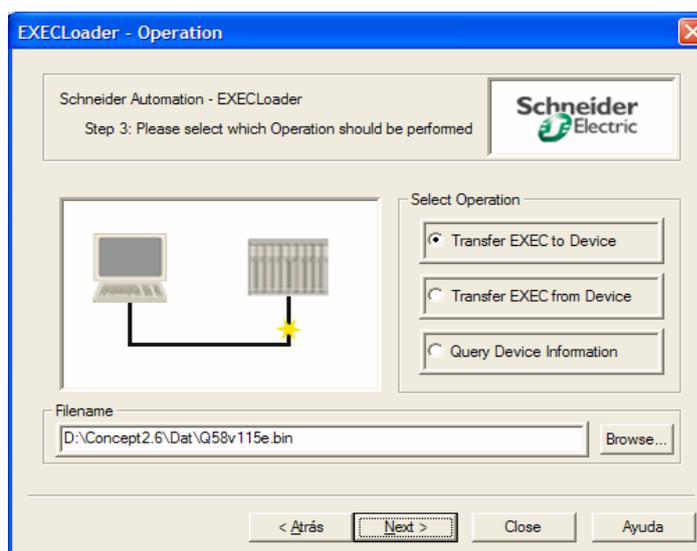


Figura 5.27 Paso 3 EXECLoader.

Paso 4.- Comparar los ID del hardware y las versiones de software del ejecutivo que se desee transferir con el equipo de destino. Antes de cargar el ejecutable es recomendable realizar un “Query Device Information” una consulta para conocer el firmware que esta instalado en la CPU del PLC, si este no esta actualizado se procede a cargarle el ejecutable correspondiente a la versión del software de programación. En el caso del CPU y el software del proyecto 140CPU43412 CPU el ejecutivo requerido es el archivo **Q58v115 E.BIN**

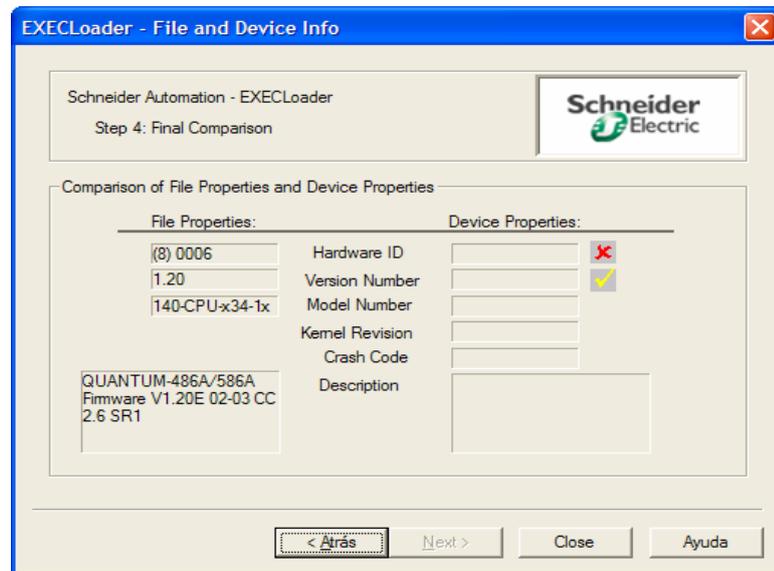


Figura 5.28 Paso 4 EXECLoader.

Paso 5.- Iniciar el funcionamiento. En este punto el ejecutable se cagará automáticamente, al concluir mostrará un mensaje, el PLC quedará listo para ser cargado con el programa creado por el usuario.

Redes de comunicación para Programar.- Concept 2.6 permite cargar y programar el PLC con los siguientes protocolos Modbus, Modbus Plus, Ethernet TCP / IP, los cuales analizaremos al detalle en el capítulo 6:

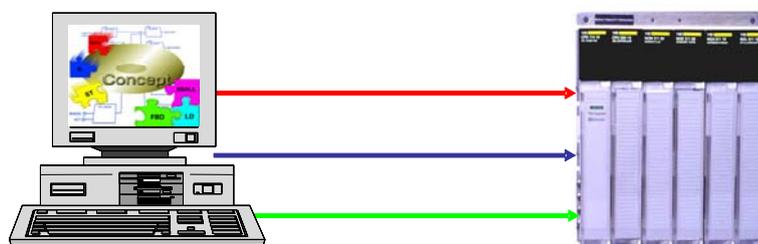


Figura 5.29 Redes de Programación del PLC.

5.3.5 BLOQUES DFB EMPLEADOS.

Un DFB representa una lógica (definida por el usuario) en un cuerpo (definido por el usuario) de un tipo de bloque función con pines de entrada y salida (definidos por el usuario), soporta 32 pines de entrada y 32 pines de salida (Posición 1... 32 para lados izquierdo y derecho).

Las variables son locales al DFB.....se crean con Concept DFB, usando los lenguajes FBD, LD, IL o ST del programa, estos bloques representa un llamado de un tipo de bloque de función derivado. Estos tipos de bloques DFB muestran líneas verticales dobles, un DFB admite valores iniciales en pines desconectados.

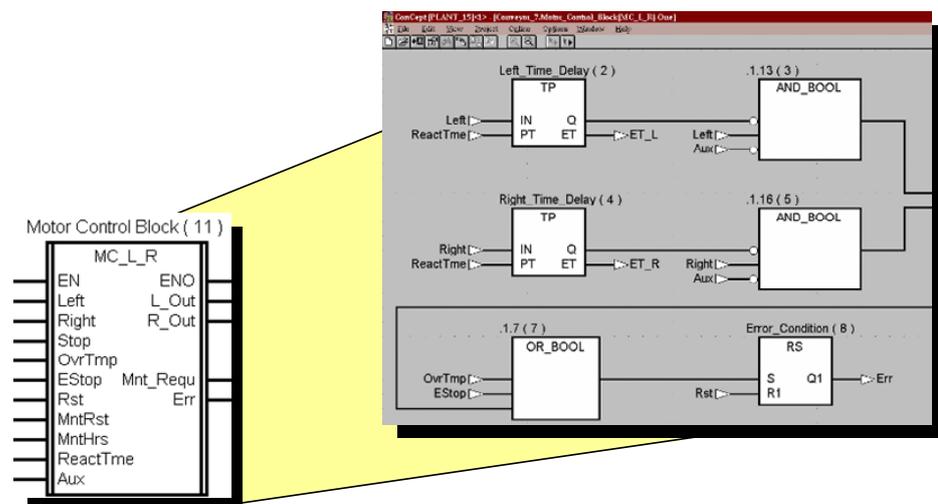


Figura 5.30 Bloque de Función Derivado (DFB)

Estos bloques son de suma utilidad cuando se requiere de partes de programación repetitivas, a continuación se detalla los principales bloques DFB creados en el programa del proyecto.

DFB creados para el programa.

Bloque de Motores.- Este bloque realiza un control de arranque directo, el bloque lleva por nombre *motor*. Las señales y lógica interior del bloque descrito se muestran a continuación.

TEST: Señal desde el HMI para poder operar desde el campo

ST_MAN: Operación de arranque desde el campo

ST_AUTO: Operación de arranque desde InTouch

SP_AUTO: Operación de parada desde InTouch.

READY_ST: Señal de Arranque Listo (MCC habilitado)

CNT_ON: Señal de confirmación de motor.

MOTOR_GO: Señal de activación del motor.

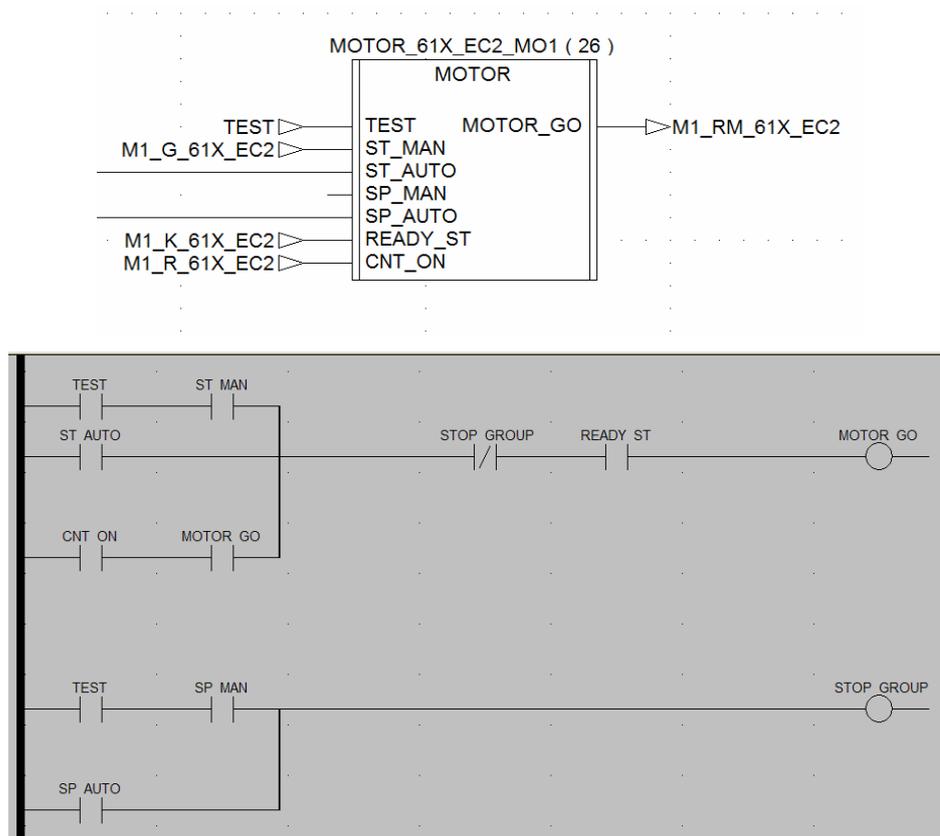


Figura 5.31 Bloque DFB Motor

Bloque de Escalamiento.- El bloque que realiza el escalamiento de señales analógicas lleva por nombre *Scale_1*, dentro del mismo se realiza las operaciones que denotan la ecuación de la recta de escalamiento.

IN: Lectura de la variable del proceso, su variación será por el valor de amperaje de 4-20 mA el cual será interpretado por el PLC de 0 – 4095 RAUDS (resolución actual de la tarjeta).

Y_MAX: Valor máximo de rango de la variable de ingeniería.

Y_MIN: Valor mínimo de rango de la variable de ingeniería.

X_MAX: Valor máximo de rango de la resolución de la tarjeta.

X_MIN: Valor mínimo de rango de la resolución de la tarjeta.

OUT: Valor de calculo según la ecuación de la recta, la lectura que se muestra esta dentro del rango de ingeniería.

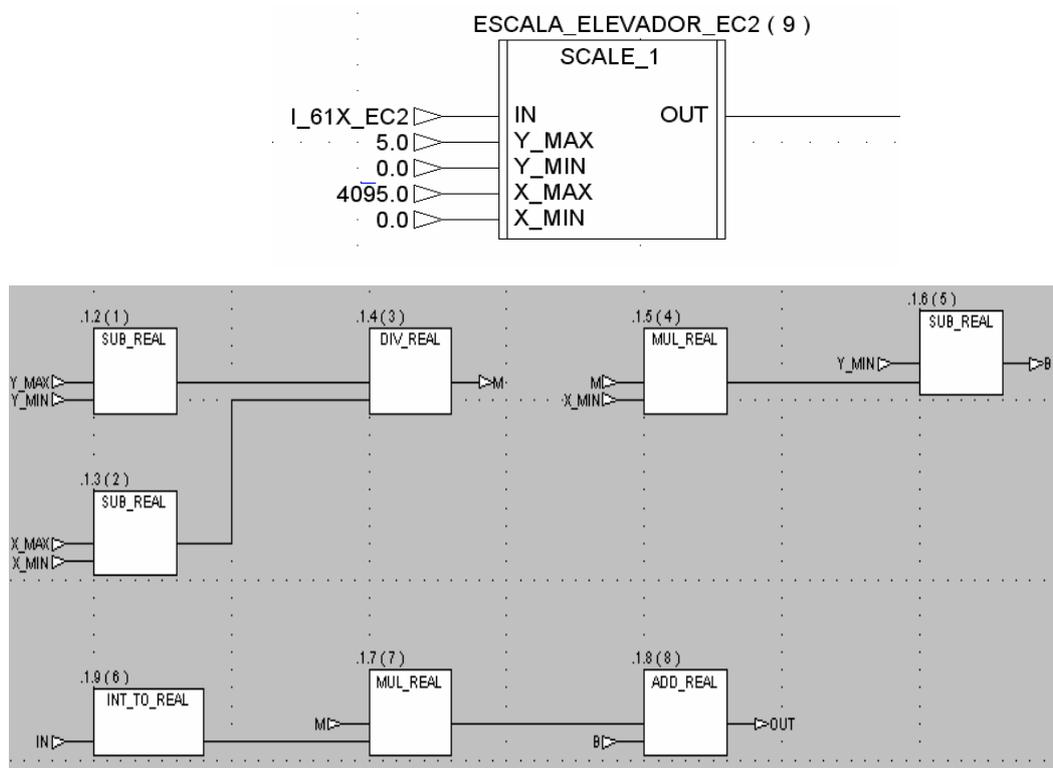


Figura 5.32 Bloque DFB SCALE_1

Bloque de accionamiento de válvulas de extracción.- El bloque realiza el control de activación de las válvulas de extracción de producto por temporizado, el bloque lleva por nombre *IBAU_VAL*. Las señales y lógica interior del bloque descrito se muestran a continuación.

IN: Lectura de la variable del proceso, su variación será por el valor de amperaje de 4-20 mA el cual será interpretado por el PLC de 0 – 4095 RAUDS que es la resolución actual de la tarjeta.

AUTO_MAN: Señal para funcionamiento en manual o automático.

SEQ_GO: Valor Señal de arranque en modo automático.

OPEN_1: Señal para apertura de la válvula 1 en modo manual.

OPEN_2: Señal para apertura de la válvula 2 en modo manual.

OPEN_3: Señal para apertura de la válvula 3 en modo manual.

OPEN_4: Señal para apertura de la válvula 4 en modo manual.

OPEN_5: Señal para apertura de la válvula 5 en modo manual.

OPEN_6: Señal para apertura de la válvula 6 en modo manual.

TIME_1: Tiempo de apertura 1º par de válvulas modo automático.

TIME_2: Tiempo de apertura 2º par de válvulas modo automático.

TIME_3: Tiempo de apertura 3º par de válvulas modo automático.

OUT_1: Señal para apertura de la válvula 1 en modo automático.

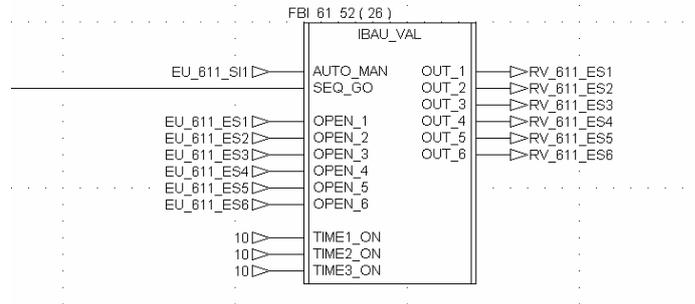
OUT_2: Señal para apertura de la válvula 2 en modo automático.

OUT_3: Señal para apertura de la válvula 3 en modo automático.

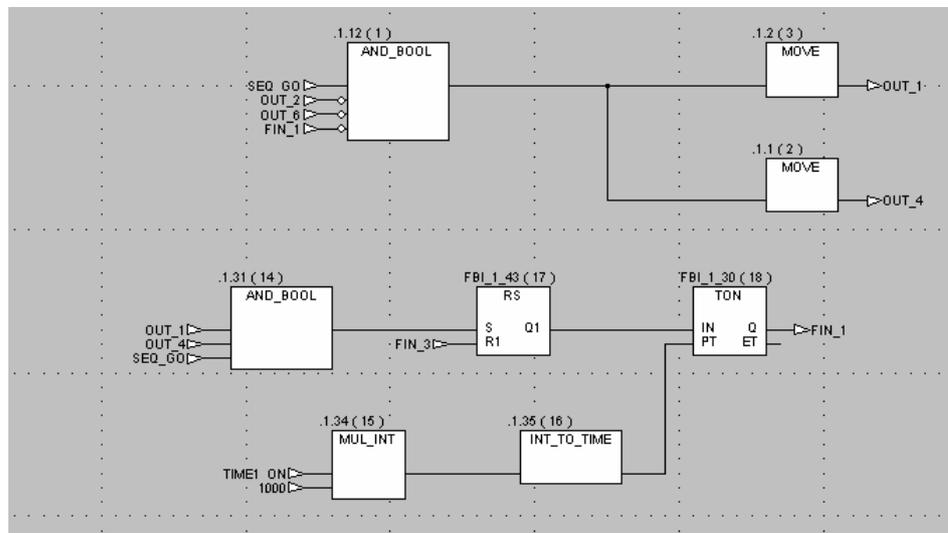
OUT_4: Señal para apertura de la válvula 4 en modo automático.

OUT_5: Señal para apertura de la válvula 5 en modo automático.

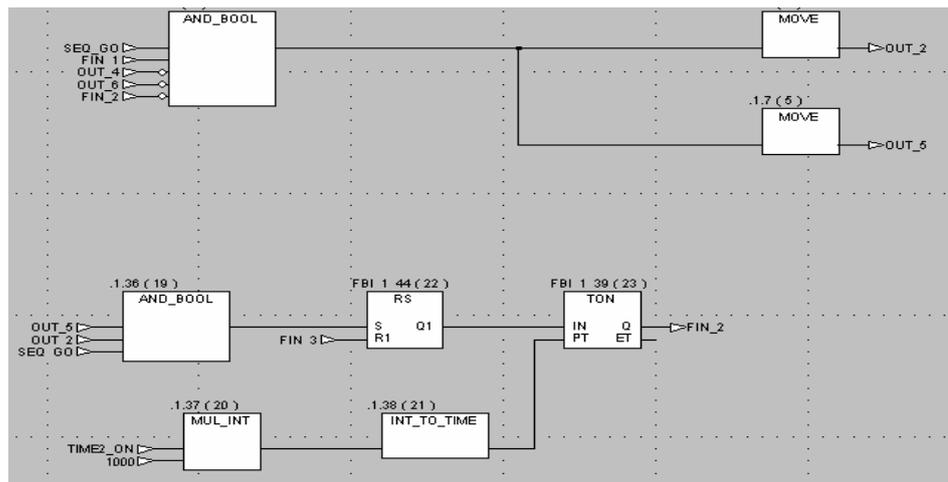
OUT_6: Señal para apertura de la válvula 6 en modo automático.



1



2



3

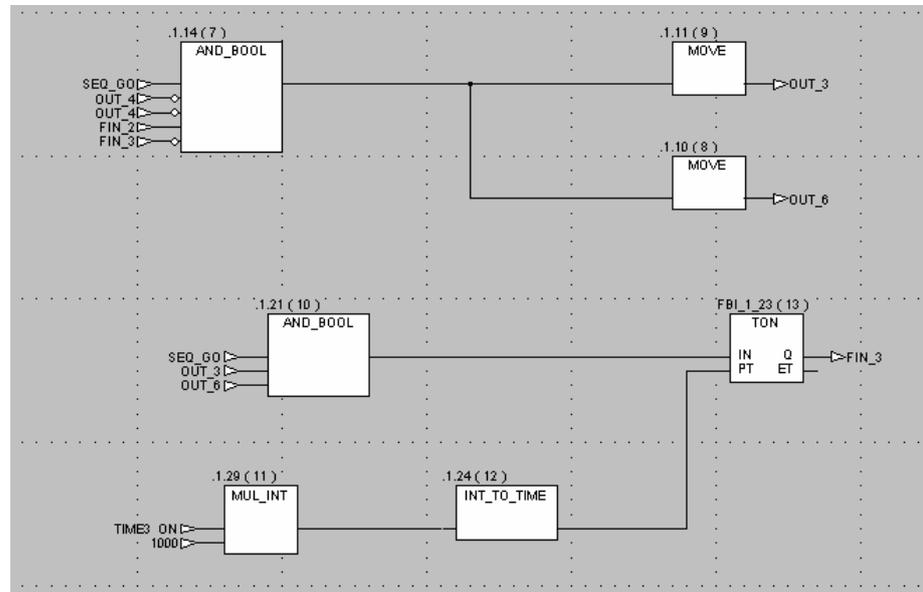


Figura 5.33 Bloque de accionamiento de válvulas de extracción.

Bloque de Inductivo.- El bloque realiza el control de frecuencia de movimiento del eje de los motores transportadores tipo gusano y de los elevadores de cangilones, el bloque lleva por nombre *INDUCT*, dentro del mismo se realiza la detección de presencia de pulso en la frecuencia fijada. Las señales y lógica interior del bloque descrito se muestran a continuación.

S_Inductivo: Señal del sensor inductivo.

T_bajo: Tiempo de frecuencia para señal de pulso en bajo.

T_alto: Tiempo de frecuencia para señal de pulso en alto.

Motor: Señal de confirmación que el motor esta arrancado.

Pro_Ind: Señal de falla, que denota que los pulsos del sensor están fuera de la frecuencia fijada.

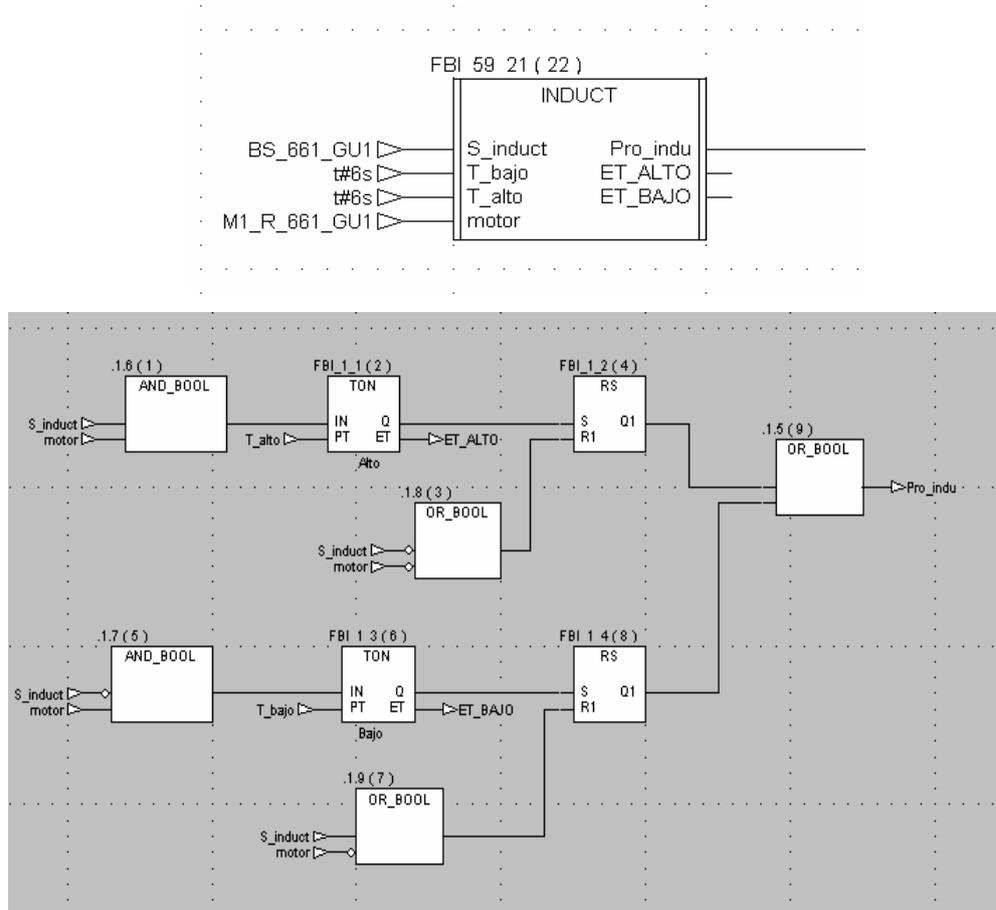


Figura 5.34 Bloque de Inductivo

Bloque temporización ON Delay y de Pulso- El bloque realiza la combinación de un bloque temporizador On Delay, y una activación de pulso temporizado, el bloque lleva por nombre *T_COMBO*, cuando se activa el bloque empieza el conteo del temporizador T_{ON} y luego se activa la señal de salida dando únicamente un pulso, esto se lo realiza con el fin de dar pasos de arranque temporizados con una señal de pulso para simular una

botonera. Las señales y lógica interior del bloque descrito se muestran a continuación.

IN: Señal de activación del bloque temporizado.

T_PULSE: Tiempo de duración del pulso de la salida *OUT*.

T_ON: Tiempo de retardo para la activación.

OUT: Señal de activación en forma de pulso.

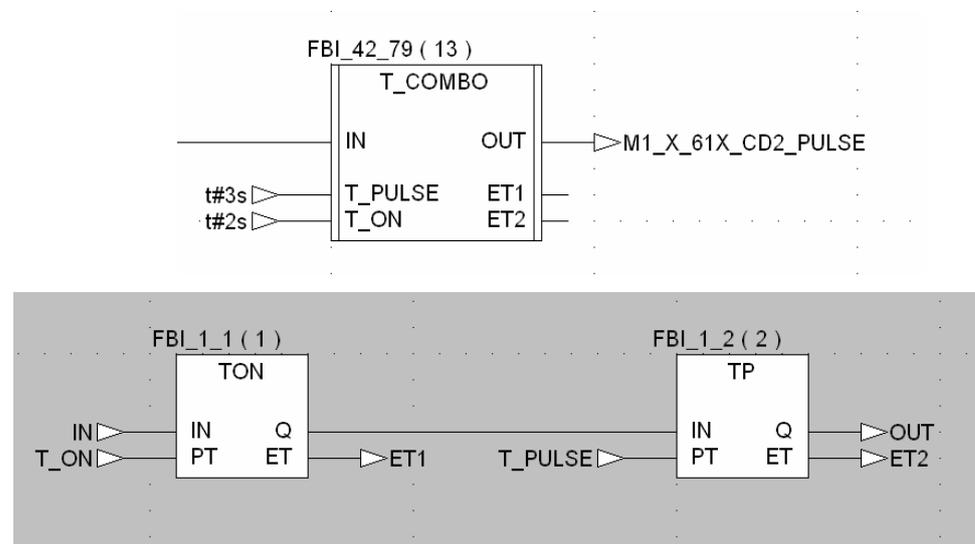


Figura 5.35 temporización ON Delay y de Pulso

Bloque de Estatus de equipo.- El bloque muestra el estatus del equipo el cual puede estar en los siguientes estados:

- No listo para el arranque, el valor del bloque es igual a 1.
- Listo para el arranque, el valor del bloque es igual a 2.
- Motor arrancado, cuando el valor del bloque es igual a 3.

El bloque lleva por nombre *ALARMA*, el cual nos muestra un valor entero, como se describió en el párrafo anterior, a la vez esta asociado a un registro configurado en InTouch. Las señales y lógica interior del bloque descrito se muestran a continuación.

Ready_ST: Señal del breaker y térmico del equipo.

CNT_ON: Señal de confirmación del arranque del equipo.

STATUS: Valor entero que muestra el estatus del equipo.

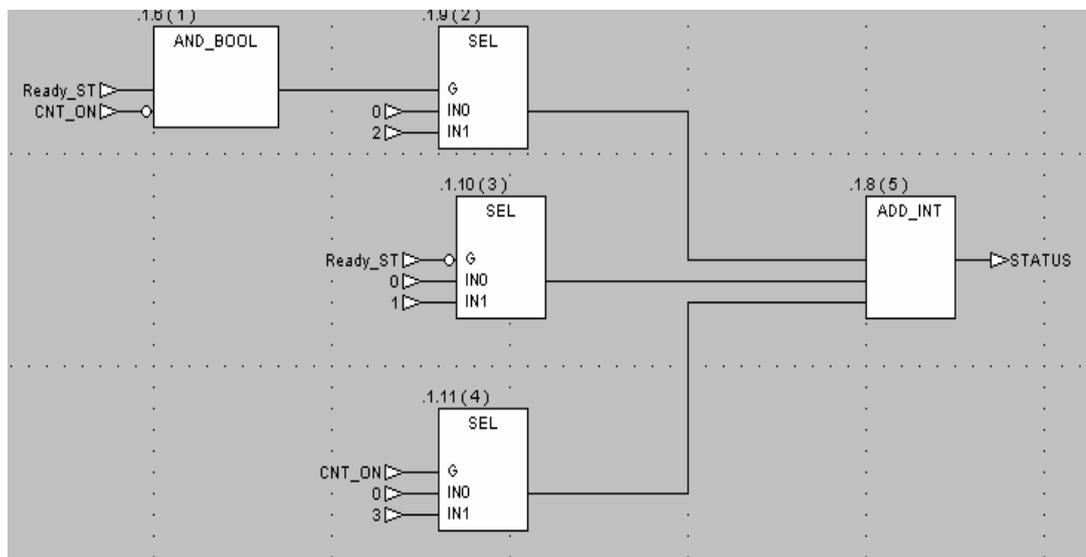
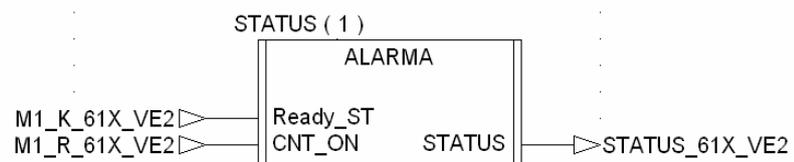


Figura 5.36 Bloque Alarma de estatus de equipo

CAPITULO VI

COMUNICACIÓN

La comunicación de datos entre los equipos de control involucrados en la automatización juega un papel muy importante en el desarrollo de un SCADA. El vínculo físico entre el computador y el PLC debe cumplir con ciertas exigencias que permitan un intercambio de datos rápido y confiable para una correcta ejecución del sistema.

Este capítulo tiene por objeto dar a conocer los diferentes medios de comunicación existentes en el medio y con más detalle los soportados por los equipos utilizados en este proyecto. El estudio de las redes y los protocolos de comunicación nos permitirá conocer los parámetros necesarios para seleccionar la topología o red de comunicación acorde a los requerimientos del proceso.

Una topología de red está conformada por un conjunto de dispositivos electrónicos tales como puentes, cables de datos, tarjetas de comunicación, etc. que tienen la habilidad de comunicarse entre ellos, utilizando un medio físico y un idioma común conocido como protocolo.

Muchas compañías tienen altísimas inversiones en dispositivos y protocolos propietarios (el legado de viejas tecnologías), para mantenerse al día con el cambio permanente de la tecnología es necesario invertir en procedimientos eficientes, flexibles que reduzcan costos. Hay una necesidad creciente de

proveer información de proceso en tiempo real a personal que no se encuentran localmente.

La automatización de un proceso industrial requiere la implementación de una red cuando se necesita:

- Controlar un proceso entre varios PLC's.
- Compartir información del proceso
- Conocer el estado de los dispositivos
- Diagnosticar en forma remota
- Transferir archivos
- Reportar alarmas

Se puede afirmar que los componentes que intervienen en una red son:

- Dos o más dispositivos que tengan información para compartir
- Un camino para la comunicación, un vínculo físico
- Reglas de comunicación que determinan el lenguaje o protocolo

6.1 TIPOS DE REDES DE COMUNICACIÓN PARA LOS PLC QUANTUM.

Evolución de las comunicaciones

Muchas redes de automatización comenzaron con protocolos seriales sobre conexiones RS-232 y RS-485. Muchos diseños fueron mejorados con el paso del tiempo cuando las empresas desarrollaron sus propios medios, hardware y protocolos para lograr sistemas de automatización sobre varias topologías que fueran confiables y que cumplieran con requerimientos específicos. Esta mezcla de medios, hardware y

protocolos juega un papel importante en las instalaciones actuales, pero su evolución ha creado problemas de interoperabilidad. La integración de redes e información puede ser compleja y costosa.

Afortunadamente la revolución de la informática ha alcanzado el mercado de la automatización. Grandes mejoras en la tecnología Ethernet están acabando con las limitaciones existentes que no permitían su uso en la automatización. Velocidad, solidez industrial, confiabilidad, etc. están ahora disponibles en soluciones Ethernet económicas, permitiendo incorporar las tecnologías más diseminadas en ambientes dinámicos a las aplicaciones de proceso. Los PCL's y el Internet han impulsado el desarrollo comercial de las tecnologías Ethernet y TCP/IP y las compañías de automatización han abrazado estas tecnologías para construir las redes industriales del futuro.

Vínculo físico

Teniendo en cuenta el tipo de información a intercambiar y su función, surgen diferentes necesidades de velocidad y capacidad de la red, que determinan el tipo de medio o vínculo físico y sus variables.

El vínculo o medio físico está generalmente compuesto por cables blindados, cable coaxiales, fibra óptica y porqué no, enlaces satelitales o de radio frecuencia también. A cada medio le corresponde una característica eléctrica particular: Impedancia, capacidad por metro, resistencia/metro, atenuación en decibeles, etc. Estas características físico/eléctricas determinan limitaciones en distancias y velocidad.

Información

La información que se necesita compartir en un proceso puede diferenciarse por su extensión, puede expresarse en :

Bits que reportan el estado (activa/inactiva) de una entrada o salida directamente vinculadas a elementos de campo como pulsadores, finales de carrera, sensores, actuadores, motores, válvulas, solenoides, contactores, etc.

Bytes, palabras, o un conjunto de éstas para conocer el valor de una variable analógica, para cambiar los parámetros de un temporizador, para enviar un mensaje de texto a un terminal gráfico, etc.

Archivos o paquetes de información más complejos de extensión considerable para los cuales se requiere alta velocidad de intercambio de datos.

Pero si bien puede variar la extensión de la información a transmitir, siempre serán "ceros y unos" concatenados en un formato y en una lógica determinada establecida por el protocolo seleccionado.

Protocolo

Se puede definir a un protocolo como el idioma, lenguaje o estándar que utilizan dos o más dispositivos electrónicos para "entenderse" y comunicarse entre sí.

Un protocolo define cómo se identifican dispositivos entre sí dentro de la red, el formato que debe tomar la información en tránsito y cómo es procesada dicha información una vez que llegó a su destino. Los protocolos también definen procedimientos para poder manejar transmisiones perdidas o erróneas.

6.1.2 COMUNICACIÓN ENTRE PC Y PLC .

Desde el punto de vista de la interacción entre diversos dispositivos y sistemas, es decir entre un computador y un PLC o entre PLC's; Modicon provee para sus equipos arquitecturas de redes con diversos protocolos de comunicación, entre ellos están: Modbus, Ethernet, Modbus Plus como los más importantes.

Red de comunicación Modbus:

La red de comunicación Modbus fue introducida por Modicon en el mercado en el año 1979, siendo desde entonces una de las redes locales industriales (LAN) mas confiables, económicas y populares.

Los puertos de comunicación Modbus son estándares en todos los PLC's Modicon, contando así con una manera económica y sencilla de implementar una red de comunicaciones o bien de acceder al PLC para su configuración, programación, monitoreo o carga y descarga de programas

Características Técnicas.

- Velocidad de transmisión de datos es de 20 Kbps.
- Las características de los puertos responden al estándar RS-232.
- Distancia máxima entre maestro y esclavo es de 15 mts.
- Pueden ser diseccionados hasta 247 esclavos por un mismo maestro.

Protocolo Modbus.

El protocolo de comunicaciones Modbus es un protocolo del tipo Maestro-Esclavo. Esto significa que un maestro encuesta a un esclavo y da posibilidad a aquel de responder. La comunicación es del tipo serie asincrónica, es decir, la información estará compuesta por bits transmitidos en serie detrás de otro.

El protocolo de comunicaciones establece las palabras que se transmitirán (dirección, operación, etc.) y en qué orden. De esta manera quien “escucha” un mensaje en Modbus sabe que significa cada una de las palabras recibidas. Tanto las palabras transmitidas como recibidas están compuestas por cierta cantidad de bits los cuales “viajan” en serie.

Topologías de redes Modbus.

- Conexión directa punto a punto
- Conexión Red Multi Drop
- Red de larga distancia

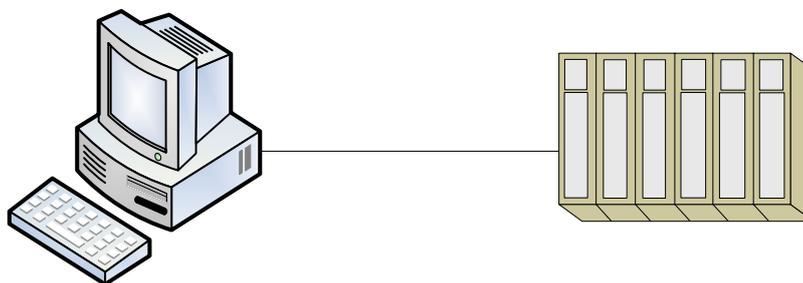


Figura 6.1 Conexión Modbus punto a punto

Red de comunicación Ethernet

Ethernet/IP es un protocolo de red en niveles, apropiado al ambiente industrial. Es el producto acabado de cuatro organizaciones que aunaron esfuerzos en su desarrollo y divulgación para aplicaciones de automatización industrial: La Open DeviceNet Vendor Association (ODVA), la Industrial Open Ethernet Association (IOANA), la Control Net International (CI) y la Industrial Ethernet Association (IEA). Ese cometido común demuestra hasta qué punto Ethernet/IP puede significar todo un estándar tallado a la perfección para un vasto número de dispositivos de automatización.

Ethernet no solo permite integrar sistemas nuevos con antiguos, sino que además puede añadir funcionalidad al sistema. La habilidad inherente a Ethernet de múltiple acceso facilita la manipulación de datos provenientes de los equipos antiguos en la planta. Aplicaciones de alto nivel pueden obtener información en tiempo real sin cambiar el sistema de automatización existente.

Acceso a la información.

La ventaja obvia de conectar dispositivos seriales es la mayor disponibilidad de su información y datos a través de la red. Esto permite a otros dispositivos, servidores y hosts el uso de esta información en sus propias aplicaciones. Todo lo que toma es una conexión de cable del dispositivo al servidor de dispositivos y una simple configuración del puerto serial para conectar a la red casi cualquier dispositivo. Pero el acceso a los datos en la red es solo el principio, al conectar estos dispositivos a la red con los

servidores de red, se convierten en unidades administrables en ambiente de red.

Ventajas

- Reúne todos los aspectos de la empresa información totalmente integrada, así como un control y sistema completo de comunicaciones.
- Aprovecha al máximo la inversión existente en infraestructura Lan y Wan (cableado, supervisión y control de la planta).
- Más de 200 millones de conexiones Ethernet alrededor del mundo, sobrepasando todas las demás tecnologías de red combinadas.
- Integración con la Web.
- Velocidades de hasta 100 Mbps.
- Distancia máxima de 100 mts por segmento.
- Capacidad de hasta 1024 nodos conectados en red.

Protocolo TCP/IP

Ethernet TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet es la red más difundida nivel mundial para este tipo. Este protocolo fue creado en la época de los setenta. TCP/IP es hardware y software independientes, de manera que cualquier tipo de computadora puede conectarse a Internet y compartir información con otras computadoras.

Las características que distinguen a los servicios que ofrece el protocolo TCP/IP son:

- Independencia de la tecnología de red.
- Interconexión universal.
- Mensajes de recibo punto-a-punto
- Estándares de protocolos de aplicación

Topología de red

La tecnología Ethernet permite que coexistan dispositivos de distintas marcas de equipos en la misma red. Estos dispositivos incluyen concentradores, puentes, enrutadores, gateways, switches, etc. sin embargo, para que estos dispositivos sean compatibles entre si deben apoyar el mismo conjunto de protocolos.

La configuración y puesta en marcha de la gran mayoría de los módulos Ethernet requieren que el profesional del mundo de la automatización industrial deba incidir en conocimientos básicos de redes, protocolos de comunicación, direccionamiento y otras temáticas más propias del campo de la telecomunicación.

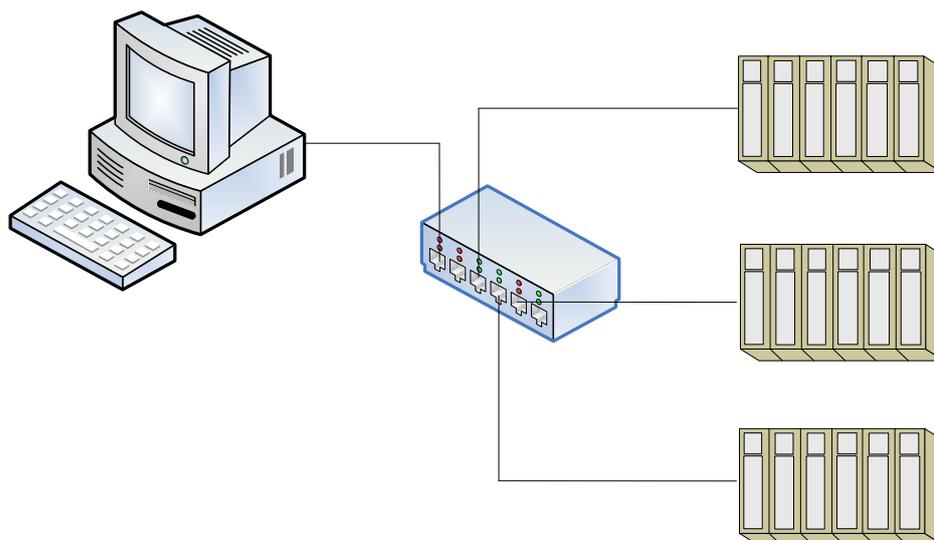


Figura 6.2 Red Ethernet de PLC's

6.1.3 COMUNICACIÓN ENTRE MODULOS DE E/S.

Desde el punto de vista de la ubicación de los dispositivos de campo o de las entradas y salidas con respecto a la CPU, Modicon provee tres tipos de arquitectura de red posibles.

- Local I/O
- Distribuida I/O (DIO)
- Remota I/O (RIO)

Configuración

Refiriéndonos en particular a las arquitecturas desde el punto de vista de las entradas salidas, definiremos primero un término fundamental para nuestro desarrollo:

Modicon denomina “DROP” a todo conjunto de entradas-salidas, con límites de especificación estrictamente definidos.

Cuando se configura un sistema, se debe configurar cada drop en particular, informando que cantidad de módulos posee, en que ubicación están los mismos, que dirección tiene el DROP, etc.

Como una única CPU puede tener gran cantidad de drops, la misma debe reconocer a cada uno de ellos por un “nombre” Este nombre se llamará dirección o “ADDRESS” del drop.

La cantidad de Drops que puede tener una CPU será en función de la arquitectura de configuración del sistema. Una CPU puede contar con:

- Un único Drop Local siempre presente, lo que veremos un poco más detallado en los párrafos posteriores.

- Una única red de E/S remotas, la cual puede o no configurarse y puede contar con hasta 31 Drops remotos.
- Hasta 3 redes de E/S distribuidas, las cuales pueden o no configurarse y pueden contar cada una de ellas con hasta 63 Drops distribuidos.

Como fue mencionado, cada uno de estos Drops tendrá una dirección o “address” con la cual los reconocerá la CPU. Para cada tipo de Drop existirá un conjunto de direcciones posibles:

- ⇒ DROP LOCAL ---- Address = 1
- ⇒ DROP REMOTO --- Address = 2.....32
- ⇒ DROP DISTRIBUIDO --- Address = 1..... 64

A excepción del Drop Local, la dirección de cada Drop será fijada por el usuario a través de dos llaves rotativas con código BCD ubicadas en los procesadores de E/S remotas en el caso de Drops remotos, o en los procesadores de E/S distribuidas para el caso de los Drops distribuidos.

Pero como se puede apreciar no alcanza con definir la dirección ya que tanto un drop distribuido como un drop remoto pueden tener la misma dirección, así como 2 o 3 distribuidos también pueden tener la misma dirección (porque pueden existir 2 o 3 redes de E/S distribuidas). Por lo tanto, además de definir la dirección o “address” de cada drop, se debe definir el “HEAD” del mismo.

De manera muy sencilla podemos decir que “HEAD” es el número de slot en el cual se ubica el módulo procesador de E/S desde donde nace cada una de las redes de E/S mencionadas.

Arquitectura Local I/O .

Se denomina DROP LOCAL al conjunto de entradas y salidas ubicadas en el mismo backplane que la CPU.

Son varias las consideraciones a realizar cuando se configura el Drop Local. Algunas son elementales otras no tanto, las mismas son enumeradas a continuación:

- Cantidad de slots disponibles
- Alimentación disponible
- Capacidad de direccionamiento lógico

Las limitaciones en la configuración del DROP LOCAL depende de:

- Espacio físico disponible.
- Consumo máximo de corriente de los diferentes módulos.
- Direccionamiento lógico para entradas y salidas.

En la actualidad el sistema I/O local en serie o expandido de Quántum consta de dos backplanes los cuales tienen la capacidad de manejar alrededor de 27 módulos de E/S, junto con un CPU y una fuente de alimentación ubicados en dos backplanes (figura 6.3). Esta arquitectura maneja alrededor de 864 señales de E/S discretas.

Siempre que se opte por esta configuración en serie, con el fin de aumentar el número de señales de E/S, se necesitará un módulo de conexión en ambos bastidores o backplanes.

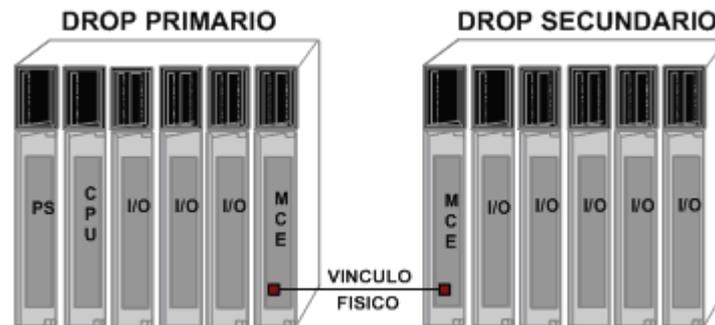


Figura 6.3 Arquitectura Local I/O

Arquitectura Distribuida DIO .

Está formada por un drop local en el cual se encuentra una única CPU, y drops distribuidos donde se ubican módulos de E/S los cuales manejan pequeños grupos de dispositivos de campo sectorizados a iguales distancias entre sí.

Estos conjuntos de entradas-salidas, se unirán al Drop Local donde esta ubicada la CPU, a través de un cable de par mallado; por este cable viajará la información del estado de las entradas-salidas hacia la CPU.

A estos conjuntos de entradas-salidas, se los denomina DROP's Distribuidos. De manera sencilla y sin necesidad de ser una definición estricta, se puede afirmar que:

Se denomina DROP Distribuido a aquel conjunto de entradas y salidas unido al DROP Local a través de un par mallado por el que circula información mediante un protocolo determinado.

Una CPU Quantum puede soportar hasta tres redes distribuidas. Todas las CPU's Quantum poseen una puerta de comunicación, por lo tanto, al instalar una CPU tenemos ya disponible una red.

Otras dos redes, con idénticas características a la obtenida a través de la puerta de la CPU, pueden ser obtenidas instalando en el Drop Local uno o dos módulos opcionales con puertas de comunicación llamados módulos de opción de red.

Una sola red puede soportar hasta 64 dispositivos, un sistema Quantum podrá contar con hasta 189 drops distribuidos: tres redes con 63 dispositivos cada una (el dispositivo o "nodo" 64 en cada red será la CPU y los módulos de opción de red).

Una red de E/S distribuidas puede no solo contener drops distribuidos, sino cualquier otro dispositivo de red, como por ejemplo una PC supervisando a los nodos de la red, o hasta un panel de control.

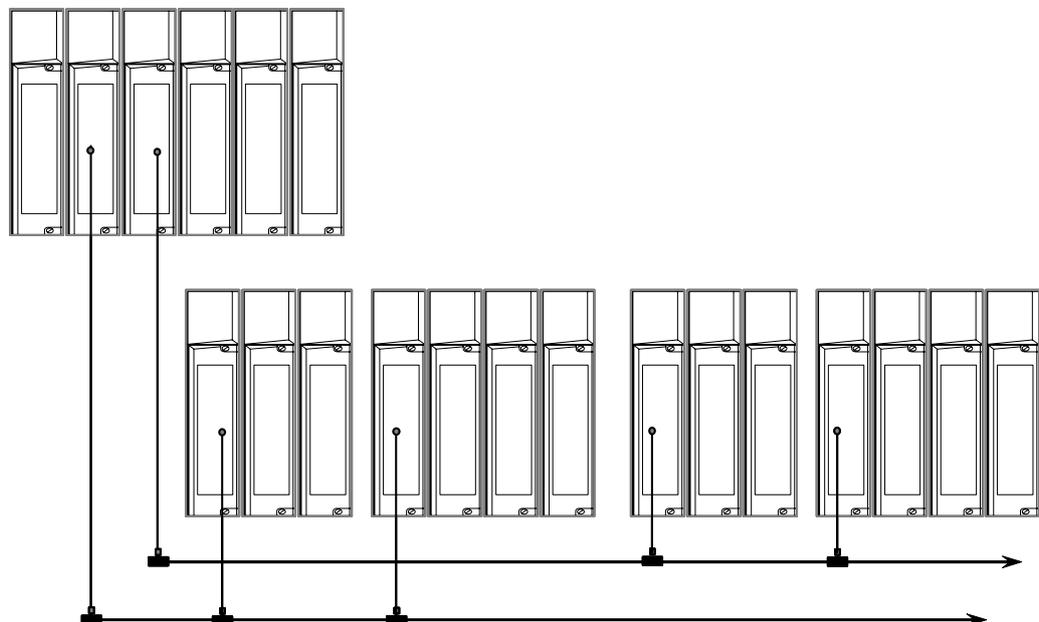


Figura 6.4 Arquitectura DIO.

6.2 RED MODBUS+.

Modbus Plus es un sistema de red de área local para aplicaciones de control industrial. Los dispositivos conectados a la red pueden intercambiar mensajes para el control y la supervisión de los procesos en las ubicaciones remotas de la planta industrial.

Los equipos Modicon de Schneider Electric que intervienen en la comunicación Modbus Plus son controladores programables y adaptadores de red. La red también puede estar formada por diversos equipos de automatización de otras marcas.

Modbus Plus es una red local de comunicaciones (LAN) peer-to-peer para aplicaciones de control industrial. Las características principales de las mismas son:

- *Velocidad de transmisión: 1 Mbits por segundo*
- *Cada red soporta hasta 64 nodos o dispositivos direccionables.*
- *Distancia máxima: 1800 mts.*
- *Medio físico de transmisión: Cable de 2 hilos enmallado.*

Terminología de redes.

Token.- Un token es un grupo de bits que se transmiten en secuencia de un dispositivo a otro en una red única para conceder acceso al envío de mensajes. Si las dos redes están unidas por un dispositivo puente, cada red dispone de su propio token que se transmite entre los dispositivos de la red.

Red.- Una red es la agrupación de nodos en una ruta de señal común a la que se accede transmitiendo un token. Está formada por una o más secciones de cable. Por ejemplo, todos los nodos de la figura 6.5 forman parte de una red.

Nodo.- Un nodo es cualquier dispositivo que se conecta físicamente al cable Modbus Plus. El término se aplica a cualquier dispositivo, independientemente de que sea direccionable o no. Algunos nodos, como los controladores programables, disponen de direcciones y pueden ejercer de orígenes o destinos de los mensajes. El puente es un nodo direccionable de forma independiente en cada una de sus dos redes. El repetidor es un nodo en cada una de las dos secciones, pero no dispone de dirección, con lo que sólo sirve para ampliar la red.

Sección.- Una sección es una serie de nodos unidos únicamente por segmentos de cable. La ruta de la señal de la sección no atraviesa ningún tipo de dispositivo de nodo. Todas las secciones forman parte de una red y comparten el mismo token y secuencia de dirección. Cada sección puede tener una longitud de hasta 450 m y puede contener hasta 32 conexiones de nodos físicos.

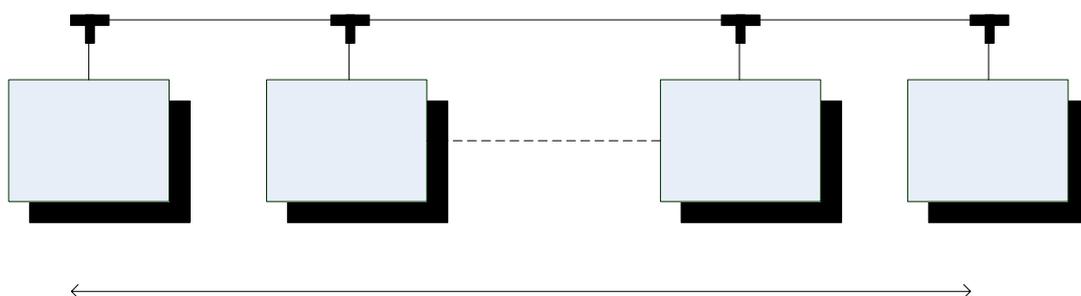


Figura 6.5 Sección MB+ Standard

Segmento de cable.- Un segmento de cable es una porción de cable principal entre dos módulos de derivación. Los módulos de derivación son dispositivos pasivos que proporcionan conexiones para los segmentos de cable principal. En el gráfico anterior, la conexión de cable entre nodos en las direcciones 1 y 32 se realiza a través de un solo segmento de cable.

6.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE COMUNICACIÓN.

Modbus Plus es una red de configuración automática cuyas conexiones se basan en cable de tipo par trenzado de bajo costo. Es una red auténticamente “plug-and-play” (funcionamiento inmediato). La conectividad Modbus Plus se obtiene mediante varias familias de controladores Modicon y puede ampliarse de acuerdo a la necesidad de la red.

Modbus Plus entrega hasta 20.000 registros por segundo de manera predecible y determinista. Sus características especiales incluyen tablas de datos globales y de datos punto a punto que facilitan la configuración y la inicialización.

La resolución de problemas de la red se simplifica gracias a los programas de diagnóstico y a los indicadores LED.

Descripción general de la red lógica

Los nodos de la red se identifican mediante direcciones asignadas por el usuario.

Cada dirección de nodo es independiente de su emplazamiento físico. Las direcciones se encuentran en el rango decimal de entre 1 y 64 y no tienen que ser secuenciales. No se permiten las direcciones duplicadas.

Los nodos de red funcionan como miembros pares de un anillo lógico, que obtienen acceso a la red tras recibir la trama del token. El token es una agrupación de bits que se transmite en una secuencia de direcciones que rota de un nodo a otro. Cada red mantiene su propia secuencia de rotación del token con independencia de otras redes. Aunque las redes múltiples se

unen mediante puentes, el token no pasa por el dispositivo puente.

Mientras que conserva el token, un nodo inicia transacciones de mensajes con otros nodos. Cada mensaje contiene campos de encaminamiento que definen su origen y su destino, incluida la ruta de encaminamiento a través de puentes hasta llegar a un nodo en una red remota.

Cuando se transmite el token, un nodo puede escribir en una base de datos globales difundida a todos los nodos de la red. Los datos globales se transmiten como un campo en la trama del token. Otros nodos controlan el paso del token y pueden extraer los datos globales si están programados para ello. La utilización de la base de datos globales permite una rápida actualización de las alarmas, los valores predeterminados y otros datos. Cada red mantiene su propia base de datos globales, ya que el token no pasa por los puentes a otra red.

La figura siguiente muestra las secuencias del token en dos redes unidas por un dispositivo puente.

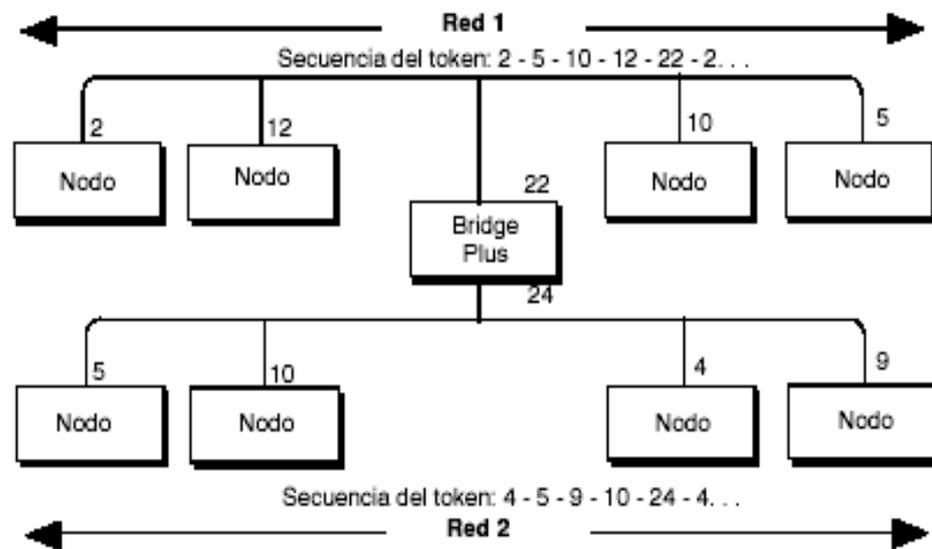


Figura 6.6 Secuencia en dos redes MB+

Descripción general de la red física

El bus de la red es un cable blindado de par trenzado que discurre por una ruta directa entre nodos sucesivos. Ninguna de las dos líneas de datos del cable es sensible a la polaridad. Sin embargo, en esta guía se cumple una convención de cableado estándar para facilitar el mantenimiento.

La red está formada por una o más secciones de cable y cada sección puede admitir hasta 32 nodos a una distancia máxima de cable de 450 m. Las secciones se pueden conectar mediante repetidores para ampliar la longitud de red y admitir hasta 64 nodos.

Longitud mínima/máxima del cable. La longitud mínima del cable entre cualquier par de nodos debe ser de al menos 3 m. La longitud máxima del cable entre dos nodos es igual a la longitud máxima de la sección de 450 m.

Ampliación de la red. Cada red admite hasta 64 dispositivos de nodo direccionables. Se pueden conectar hasta 32 nodos directamente al cable de la red en una longitud de 450 m. Los repetidores pueden ampliar la distancia del cable a un máximo de 1.800 m y el número de nodos a un máximo de 64. Existen repetidores de fibra óptica disponibles para distancias superiores.

6.2.2 COMPONENTES.

Los dispositivos de red que requieren la especificación de los parámetros de instalación son:

Controladores programables. Cada controlador puede conectarse a Modbus Plus directamente desde un puerto en su parte delantera. Se puede acceder a las demás redes mediante los módulos de opción de red (NOM) instalados en la placa de conexiones común. Es necesario definir la dirección de nodo de red de cada controlador. El controlador utilizado en este proyecto es el módulo 140CPU43412 CPU el cual cuenta con dos puertos modbus y una puerta Modbus Plus como se puede apreciar en el anexo C, dicha puerta es la utilizada para comunicar el PLC que controla todo el sistema con los demás PLC's y computadores de supervisión en la planta.

Módulos de opción de red .El módulo de opción de red (NOM) está ubicado en la placa de conexiones con el controlador. Permite que el programa de aplicación de usuario, que se ejecuta en el controlador, se comuniquen con otra red Modbus Plus. La red adicional se puede configurar con controladores, otros NOM, nodos de E/S distribuidas o una combinación de estos

dispositivos. Se puede montar uno o dos NOM en la caja del controlador. La alimentación se toma del módulo de fuente de alimentación, que también debe estar instalado en la cubierta.

Adaptadores de red para ordenadores principales. Existen adaptadores disponibles para conectar ordenadores principales a la red Modbus Plus. El cable de red Modbus Plus se conecta a un puerto de comunicación del adaptador.

El adaptador que se suministra en el controlador de dispositivo cuenta con una biblioteca de funciones en lenguaje C que pueden llamar a la aplicación, además de una utilidad de diagnóstico de red y un conjunto de programas de muestra. Esto permite enviar y recibir paquetes de datos, enviar y recibir transacciones de datos globales y controlar el estado, permitiendo que las aplicaciones que se ejecutan en el ordenador principal puedan leer y escribir referencias en otros nodos. También pueden programar nodos remotos y acceder a la base de datos globales.

Placas de conexiones disponibles para aplicaciones DIO. Existen placas de conexiones de Schneider Electric de entre 2 y 16 alojamientos. El módulo adaptador de estaciones DIO ocupa un alojamiento y contiene una fuente de alimentación que proporciona potencia de funcionamiento a la cubierta de los módulos de E/S. La capacidad de la alimentación es de 3,0 A.

Adaptadores de estaciones DIO y módulos TIO. El adaptador de estaciones DIO se encuentra en una caja situada en un emplazamiento remoto y comunica la placa de conexiones de la caja con los módulos de E/S del emplazamiento para satisfacer

los requisitos de datos del emplazamiento. El adaptador dispone de una fuente de alimentación integrada que suministra potencia de funcionamiento a los módulos de E/S.

Módulos de bloque Terminal de E/S (TIO). Los emplazamientos remotos pueden funcionar mediante módulos de bloque Terminal (TIO). Estos módulos compactos se encuentran directamente sobre un panel o riel DIN y proporcionan conexiones de cableado directas para dispositivos de campo en el emplazamiento.

Cable principal Modbus Plus. El cable discurre directamente entre las ubicaciones de los dispositivos de red. Cada segmento de cable debe tener un recorrido continuo entre los módulos de derivación en dos ubicaciones. No se debe utilizar empalmes, divisores ni otras configuraciones, como las configuraciones *en estrella* o *en árbol*. Los únicos componentes de medios permitidos son los cables de red y los módulos de derivación.

Puente de derivación. Los nodos se conectan al cable mediante un módulo de derivación, proporcionado por Schneider Electric. Esto proporciona conexiones de tránsito para el cable principal de la red, conexiones de derivación entre el cable y el dispositivo de nodo y un Terminal de toma a tierra.

El módulo de derivación contiene una terminación resistiva conectada mediante dos puentes internos. El módulo de derivación en ambos extremos de una sección de cable debe tener conectados sus dos puentes para evitar reflejos de señal. Todos los módulos de derivación de paso de la sección de cable deben tener los puentes extraídos (abiertos).

Repetidor.- permite ubicar más de 32 nodos en la red y aumentar la distancia del cable hasta 450 m más. Funciona como un amplificador y un acondicionador de señales para mantener niveles adecuados de señales entre sus dos secciones de red. Puede haber hasta tres repetidores presentes en la ruta del mensaje entre los nodos de origen y de destino. Por lo tanto, puede unir hasta cuatro secciones a lo largo de una única ruta lineal.

Además de su uso para ampliar la red, el repetidor se puede aplicar en entornos de planta con niveles altos de interferencias eléctricas. Los repetidores ubicados en puntos clave del sistema de cables pueden ayudar a mantener una relación óptima entre la señal y el ruido de la red.

Cables de derivación Modbus Plus. Se utiliza un cable de derivación en cada emplazamiento para conectar el módulo de derivación y el dispositivo de nodo de red. El cable está preensamblado con un conector tipo DB-9 de nueve pines en uno de los extremos para la conexión con el dispositivo de nodo. El otro extremo está abierto para la conexión con el módulo de derivación.

Terminal de impedancia del cable Modbus Plus. Todos los módulos de derivación contienen una resistencia terminal interna que se puede conectar mediante dos puentes. Los puentes de los módulos de derivación de los emplazamientos de paso deben extraerse, la impedancia se mantiene con independencia de si el dispositivo de nodo está conectado al cable de derivación o no, se puede desconectar cualquier conector de un dispositivo sin afectar a la impedancia de la red.

6.2.3 TOPOLOGÍA UTILIZADA EN EL SISTEMA.

Como se había señalado anteriormente la red MB+ estándar soporta hasta 32 nodos o equipos conectados a la misma, pero con el uso de repetidores el número de nodos puede incrementarse a 64. La red que comunica al PLC con los computadores de control y monitoreo es una red MB+ extendida, para lo cual se ha hecho necesario el uso de repetidores de red los cuales permiten extender el número de nodos en la red, en gráfico 6.7 se observa la red de comunicación de datos Modbus Plus implementada en toda la planta, en ella se puede observar el PLC Quantum que maneja a todos los elementos involucrados en el área de envase, el mismo que abarca este proyecto de tesis. Se puede apreciar también que conectados a la red se encuentran otros PLC's de diferentes marcas, los cuales controlan los elementos de otros sectores involucrados en el proceso de elaboración del cemento.

Existen dos computadores destinados a la operación del área de envase, en el primero reside el interfase hombre-máquina (InTouch 9.5) desde el cual el operador controlará todo el área involucrada en el proyecto, y en el segundo computador reside el software de programación Concept 2.6, el mismo que es empleado para realizar cualquier cambio en línea y controlar el correcto funcionamiento del PLC.

Para que los computadores puedan comunicarse como nodos con la red se hace necesaria la instalación de un adaptador de red, la misma que es una tarjeta ubicada en el CPU del computador, este adaptador consta de un conector DB-9 el cual es el puerto de comunicación con el resto de la red, también tiene un conjunto de pequeños switches los cuales son utilizados para darle la dirección de nodo al computador. (Figura 6.8).

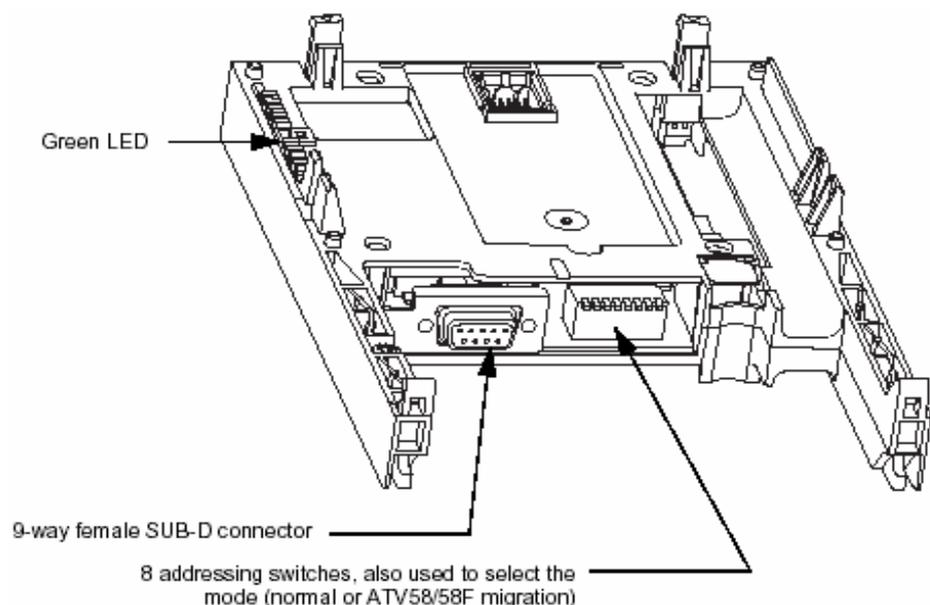


Figura 6.8 Tarjeta MB+

El cable apantallado consta de dos hilos (azul y blanco) los cuales transportan la información, una malla metálica alrededor de los hilos es el blindaje a tierra del cable el cual tiene que estar correctamente conectado en los conectores y terminadores de red, estos dispositivos son utilizados para conectar los diferentes PLC's y computadores a la red. En la figura 6.9 se observa la forma de conectar el cable en los conectores de red. Los

conectores y terminadores de red se diferencian entre sí por el color, los primeros son de color gris y los otros de color blanco. Otro de los dispositivos involucrados en la red son los repetidores los cuales son usados para extender el número de nodos que soporta la red.

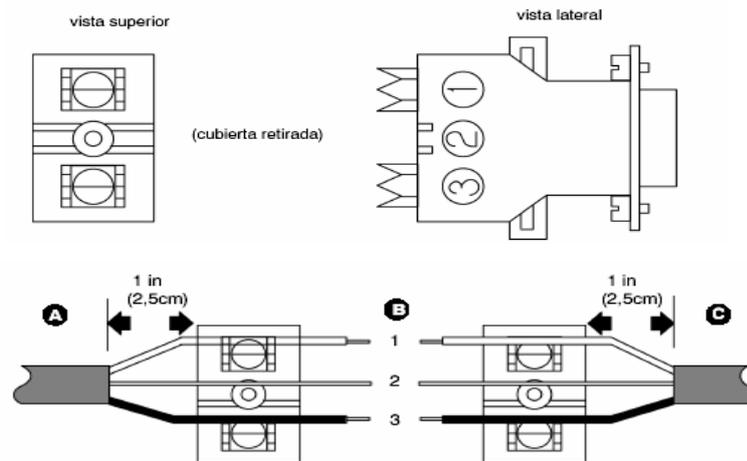


Figura 6.9 Cable y Conector de Red MB+

6.2.4 CONSIDERACIONES EN LA INSTALACIÓN DE UNA RED MB+

Se debe considerar los factores siguientes en el esquema de una arquitectura de red Modbus Plus.

Puede seleccionar el esquema de su sistema entre diversas variaciones en sistemas de entradas/salidas de control, locales y remotas distribuidas e interfaces de usuario. Un factor importante a la hora de determinar los requisitos de red de Modbus Plus es la definición de los tipos, cantidades y emplazamientos de los componentes de control programables necesarios para la aplicación.

- La planificación de su sistema de control programable global supera los límites de lo expresado.
- Normalmente, los emplazamientos de los componentes del sistema son acordes con el flujo del proceso y el esquema de celdas de trabajo. El diseño de red debe admitir los requisitos para la transferencia de información entre dichos procesos.
- El diseño también debería ajustarse a cualquier ordenador principal o supervisor involucrado en la tarea de controlar la actividad del proceso, cargando la configuración y los archivos receta, recuperando estadísticas y proporcionando informes.
- El esquema de la red debe proporcionar un acceso rápido para la depuración de la aplicación y para el futuro mantenimiento. Considere la posibilidad de incluir módulos de derivación de paso y cables de derivación adicionales en puntos estratégicos. Puede utilizarlos para conectar un dispositivo para controlar la actividad de la red y recopilar estadísticas, sin tener que desconectar un dispositivo activo.

Planificación de la red

Esta sección proporciona un punto de interés para la planificación de los requisitos y el esquema de Modbus Plus. Los elementos de planificación son:

Definición de los componentes de los medios de red. Entre los principales están el cable principal de red, los módulos de derivación y los cables de derivación

Definición del esquema de red. Definición de los requisitos del entorno, cálculo de las longitudes del cable y suministro de acceso para su mantenimiento en el futuro.

Definición de los parámetros de instalación de los dispositivos de red. Ciertos tipos de dispositivos necesitan una dirección de nodo de red y otros parámetros que se deben establecer en los interruptores hardware o en una configuración de software. La planificación debe incluir la definición de los parámetros de instalación específicos para cada dispositivo de la red, temporalmente, probar y depurar dispositivos futuros a medida que amplía su aplicación de red.

Ubicaciones de los componentes. La longitud de cable máxima permitida para la sección de red de un extremo a otro es 450 m. Puede haber hasta 32 nodos conectados en esta longitud. La longitud máxima incluye el conjunto total de recorridos de cable, incluidos todos los recorridos horizontales y derivaciones verticales del cable hacia los dispositivos de la red. En las redes de cable doble, la diferencia de longitud entre los dos cables no debe superar los 150 m, entre cualquier par de nodos de la misma sección de cable. La longitud mínima permitida entre dos puntos cualesquiera es 3 m. Si dos dispositivos están más cerca, se deberá incluir más cable para alcanzar la longitud de cable mínima.

6.3 RED REMOTA RIO.

La red RIO de Modicon es una red de área local (LAN) de alta velocidad (1,544 Mbit/s) que emplea cables coaxiales y tecnología tipo antenas de televisión disponibles en el mercado.

La red RIO es útil en aquellos casos en que se emplee una única CPU ubicada en un lugar específico y los dispositivos de campo a monitorear y comandar se encuentren a gran distancia de la misma (aunque un Drop Remoto también puede estar al lado del Drop Local), al punto tal que resulte antieconómico tender determinada cantidad de cable desde los dispositivos de campo a los hipotéticos módulos ubicados junto a la CPU, se pueden instalar conjuntos de módulos de entradas-salidas cercanos a los dispositivos de campo.

Estos conjuntos de entradas-salidas, se unirán al Drop Local donde esta ubicada la CPU a través de un cable coaxial. Por este cable viajará la información del estado de las entradas-salidas hacia la CPU. A estos conjuntos de entradas-salidas se los denomina DROP's Remotos. De manera sencilla y sin necesidad de ser una definición estricta, se puede afirmar que:

Se denomina **DROP Remoto** a aquel conjunto de entradas salidas unido al Drop Local a través de un cable coaxial por el que circula información bi-direccional, mediante protocolo S9O8.

La RIO admite:

- Datos binarios y de registro para recibir y transmitir comunicaciones del CPU ubicado en el Drop Local.
- Transmisiones de mensajes ASCII hacia y desde determinados módulos adaptadores ubicados en drop's remotos de E/S RIO.

Transmisión de mensajes

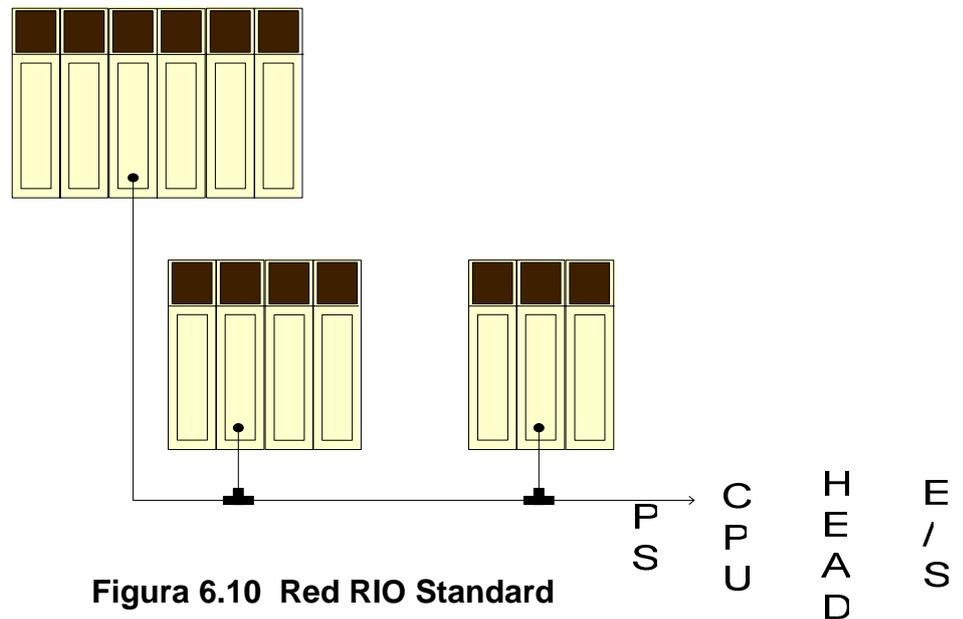
Un mensaje iniciado por el procesador principal RIO viaja a través del sistema de cables de la red y se recibe en todos los módulos adaptadores RIO. El adaptador RIO con la dirección especificada en el mensaje puede enviar un mensaje de respuesta al módulo de comunicaciones RIO dentro de un periodo de tiempo determinado. Si el adaptador de estación de E/S no responde, se enviará de nuevo el mismo mensaje. El proceso de reenvío del mensaje en caso de no obtener respuesta se denomina *reintento*.

Si el adaptador no responde tras varios reintentos, la estación de E/S se considerará inactiva. En cada exploración sucesiva del autómata, el módulo de comunicaciones RIO intentará restablecer la comunicación con el adaptador. Sólo se realizará un intento por cada exploración para comunicarse con una estación de E/S inactiva hasta que se recupere el adaptador.

Características de la Red RIO

En particular Quantum admite hasta 31 drops remotos, cada uno de ellos con una dirección determinada (Figura 6.10).

Cualquiera de los 6 modelos de backplanes puede ser utilizado por un drop remoto, aunque un modelo de 2 slots no tiene sentido ya que como hay que considerar por drop una fuente de alimentación, un módulo adaptador RIO y un módulo de entradas-salidas como mínimo.



Recordando siempre que el Drop Local es dirección 1, los drops remotos tendrán direcciones que irán de 2 a 32, no teniendo esta dirección relación alguna con la ubicación física del Drop.

La dirección de cada Drop es determinada por el usuario mediante llaves rotativas BCD o de código BCD ubicadas en la parte posterior de los módulos adaptares RIO (140 CRA 93X00), anexo C. La identificación de cada drop por parte de la CPU es realizado a través de la dirección de cada uno de ellas teniendo también en cuenta el número de HEAD: esto es, el número de slot en el cual se encuentra el procesador de E/S remotas .Anexo C. HEAD (140 CRP 93X 00).

Para poder comunicar al Drop Local con todos los drops remotos, se debe instalar en este un “módulo adaptador procesador de entradas y salidas remotas”, y lo mismo debe hacerse en cada uno de los drops remotos. En particular, al procesador a ubicar en el Drop Local se lo denomina HEAD; al modulo adaptador procesador a ubicar en los drops remotos se denomina DROP. Sobre los mismos hablaremos más adelante en este capítulo.

El enlace entre los drops remotos y el Drop Local también puede ser hecho con dos coaxiales, de manera de tener redundancia en el vínculo de comunicación. Esta alternativa es transparente al usuario, lo único que se debe considerar es que los procesadores remotos de entradas salidas, tanto el HEAD como el DROP, tengan capacidad para soportar dos coaxiales.

Como detalle a destacar, la distancia máxima entre el Drop Local y el último drop remoto no puede superar los 5 Km. Esta distancia puede extenderse usando fibra óptica.

“La red de E/S remotas es una red de alta velocidad (1.54 Mbit/s) con protocolo de comunicación S908”.

Tanto el Drop Local, como los Drops remotos participarán activamente en la configuración del sistema. Es decir, se puede definir mediante programa con que secuencia serán atendidas y servidas las entradas y salidas de un Drop.

Divisores de señal denominados “Taps” y “Splitters” los cuales serán detallados más adelante, son utilizados para derivar la señal circulante por la rama principal hacia los diferentes drops remotos. Las principales características de la red RIO son:

Red de entradas y salidas remotas RIO

- Red Local de alta velocidad (1.44 Mbit/seg.)
- Hasta 31 Drop´s Remotos.
- Hasta 5 km de longitud, ampliables con fibra óptica.
- Acepta módulos de la serie Quantum y le las series 800 y 200.
- Vínculo físico redundante.
- Protocolo de comunicación S908.

6.3.1 COMPONENTES.

En esta parte se ofrece información general acerca de los componentes empleados para montar una red RIO con cable coaxial. Primero a nivel de módulos y luego a nivel del cable coaxial.

Módulos requeridos para la red.

Procesadores RIO (HEAD).- RIO es una red de maestro único y el procesador RIO es el nodo maestro. El procesador RIO se encuentra en el autómata en el extremo del módulo de comunicaciones de la red RIO. Dependiendo del tipo de autómata empleado, el procesador RIO puede implementarse en el equipo como un módulo opcional que se instala junto al autómata o como una placa integrada en él.

Adaptador RIO (REMOTO).- Hay un módulo de adaptador en cada estación de E/S remota de la red RIO. El tipo de adaptador utilizado depende de lo siguiente:

- El tipo de procesador RIO situado en el extremo del módulo de comunicaciones de la red.
- La serie de módulos de E/S situados en la estación de E/S.
- Si la estación de E/S admite o no los dispositivos ASCII y
- Si el adaptador de la estación de E/S admite uno o dos cables RIO.

Componentes requeridos del sistema de cables coaxiales

El procesador RIO situado en la cabecera del controlador está conectado a un adaptador en cada una de las estaciones de E/S remotas mediante un sistema de cables de red.

Cable principal.- Uno (lineal) o dos (duales o redundantes) cables *principales* salen del procesador RIO y se extienden por toda la red. Las cajas de derivación se instalan a lo largo de los cables principales y el cable de derivación va desde la caja de derivación hasta un adaptador de derivación. El cable principal puede ser coaxial semi rígido o flexible.

Cable de Derivación.- Un cable de derivación une una caja de derivación y un adaptador. El cable de derivación conecta la caja de derivación a un conector F y se conecta al adaptador mediante un conector F o un conector BNC, según el tipo de adaptador RIO de la estación.

Divisores.- Los divisores se emplean para crear una bifurcación en el cable principal de la red. Proporcionan aislamiento entre las bifurcaciones y permiten que el cable se dirija en dos direcciones. Se admite un divisor principal en una red.

Cajas de derivación.- Las cajas de derivación conectan el adaptador de la estación de E/S de cada estación al cable principal mediante un cable de derivación, proporcionando a cada adaptador una parte de la señal del cable principal. Las cajas de derivación también aíslan cada adaptador de la estación de E/S de los demás adaptadores de la estación de la red para que no interfieran entre sí.

Conectores F.- Los cables flexibles emplean conectores F para realizar las conexiones de los puertos de las cajas de derivación. Los conectores F también se utilizan para llevar a cabo la conexión de un cable de derivación a determinados adaptadores de derivación.

Terminadores de red.- son utilizados para asegurar el correcto equilibrio de la red y no permitir el paso de señales no deseadas al sistema de cables. Todos los terminadores empleados en la red RIO deben tener una capacidad de carga de al menos 1/4 W. Los terminadores diseñados para aplicaciones de carga, aplicaciones CATV o aplicaciones de cables de banda ancha no se pueden emplear en una red RIO, ya que no funcionan en el rango de frecuencia RIO y ocasionan distorsiones de la señal.

6.3.2 TOPOLOGÍA UTILIZADA EN EL SISTEMA

Las redes RIO más comunes utilizan uno o dos cables coaxiales principales que disponen de conexiones que se conectan mediante cables de derivación coaxiales a series de estaciones de E/S remotas. En el extremo superior de un cable principal aparece el autómata con un procesador RIO; y en cada estación remota aparece un adaptador RIO.

Sistemas de cables RIO de un cable único estándar

Una topología lineal de cable único, tal como aparece en la figura siguiente, es el sistema de cables RIO que más se utiliza y el más simple:

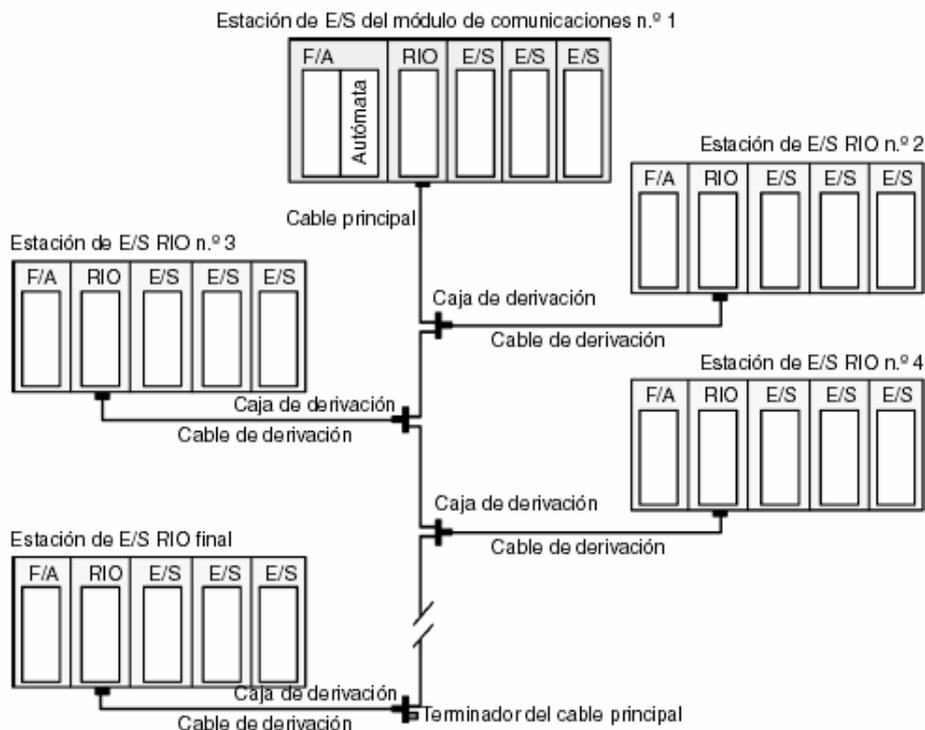


Figura 6.11 Red de Cable único

Sistemas de cables RIO redundantes

Es posible emplear cables lineales redundantes tanto si el procesador principal como los adaptadores de estación disponen de dos puertos para cables. Una topología redundante proporciona dos rutas paralelas a las mismas estaciones de E/S remotas. Los dos cables se tratan como dos redes independientes y cada cable se entiende como un sistema independiente que se extiende desde el mismo nodo del procesador RIO a las mismas estaciones de E/S remotas.

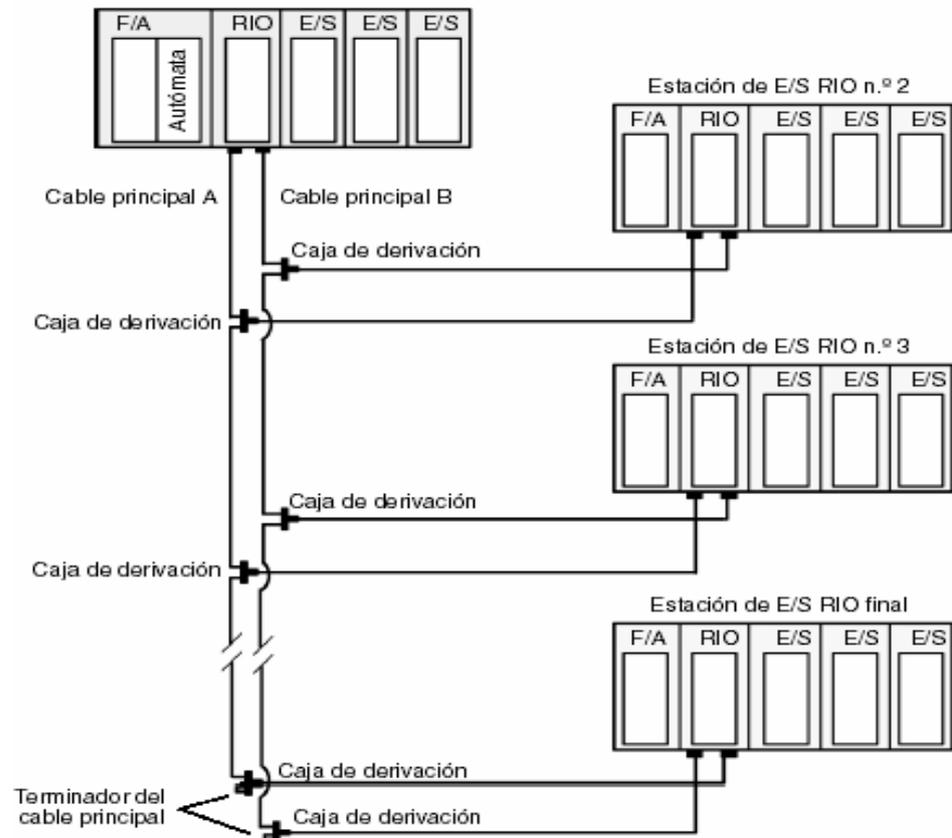


Figura 6.12 Red Redundante

Sistemas de cable dual

Es posible emplear dos cables lineales en rutas separadas que se encuentran en diferentes ubicaciones de estaciones remotas si el procesador RIO dispone de dos puertos para cables. Es posible utilizar un sistema de cable dual para ampliar la longitud total del sistema de cables. Esta topología le permite utilizar el rango dinámico completo en ambas direcciones para que, de esta forma, se amplíe la longitud total del sistema de cables. Esta topología requiere un puerto de cable dual en el procesador RIO y un puerto de cable único en cada uno de los adaptadores de estación RIO.

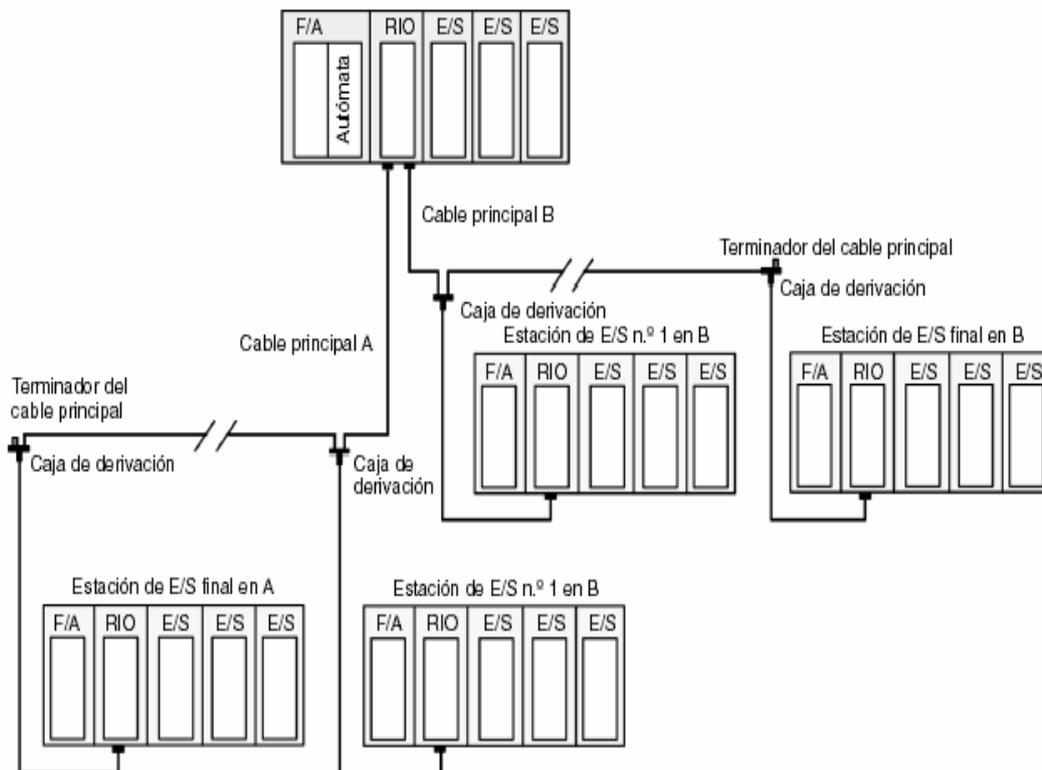


Figura 6.13 Red de Cable dual

Red RIO utilizada en el sistema de transporte.

El módulo 140 CRP 93200 (Anexo C) es el que se incluye en el Drop Local y desde donde “nace la red de entradas y salidas remotas. También se lo denomina HEAD y esta ubicado en el slot número 3 del drop Local el mismo que será el número de HEAD para la definición de los Drops remotos.

El módulo 140 CRA 932 00 (Anexo C) es el que se incluye en cada drop remoto el que permite establecer la comunicación con el procesador de E/S remotas HEAD. También se lo denomina DROP, existe uno de ellos por cada drop remoto y debe estar acompañado por una fuente de alimentación para soportar la

lógica de los módulos de cada drop. Todos los módulos poseen en su parte posterior dos llaves rotativas para definir la dirección del drop.

El vínculo físico entre los drops es un cable coaxial RG-11, entre el Drop Local y el dispositivo de derivación (splitter) y un cable coaxial RG-6 entre este y los drops remotos, a continuación se observa el splitter de derivación, y los conectores los cuales son los terminales del cable coaxial los mismos que conectan a los puertos de los módulos de comunicación CRP y CRA. (Fig. 6.14).

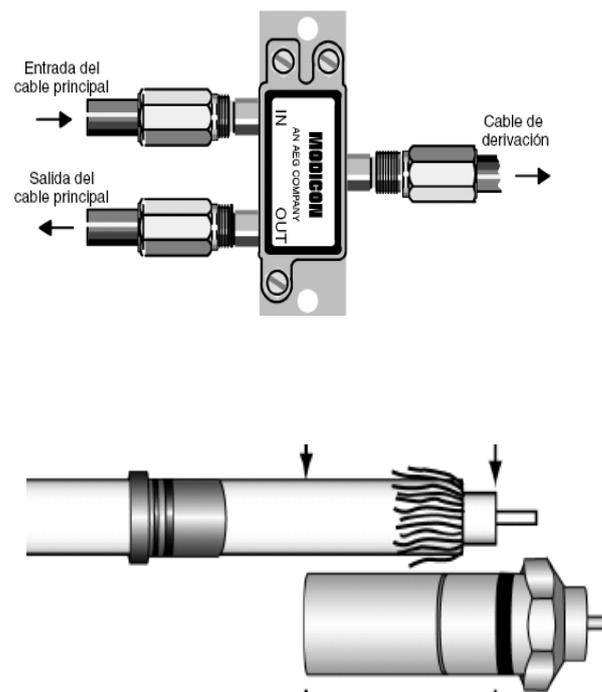


Figura 6.14 Splitter y conector de Red RIO

6.3.3 CONSIDERACIONES EN LA INSTALACIÓN DE UNA RED RIO

Cantidad de slots disponibles: siempre que se elija un backplane para un Drop Local, se debe considerar que 2 slots son utilizados por la fuente de alimentación y la CPU, por lo tanto los restantes slots pueden ser utilizados por los módulos de E/S. También se debe considerar si existirá una red de E/S remotas, lo que consumirá 1 slot del Drop Local para el módulo procesador de E/S remotas.

Alimentación disponible: cuando se selecciona la fuente de alimentación para el Drop Local, la misma tendrá una corriente máxima disponible (3 a 8 amperios). Tanto la CPU como los módulos procesadores de E/S y los módulos de E/S consumen parte de la corriente proporcionada por fuente. Por lo tanto se debe realizar la sumatoria de las corrientes consumidas por cada módulo a ubicar en el Drop Local (disponibles en las especificaciones técnicas de cada una de ellas), no debiendo superar esta sumatoria a la corriente entregada por la fuente de alimentación.

Capacidad de direccionamiento lógico: una vez que se ha decidido la ubicación física de cada uno de los módulos en el backplane local, se le debe “contar” a la CPU “qué módulo está ubicado en que slot”, y que direcciones lógicas usa este módulo. Todos los módulos tienen identificación electrónica, lo que significa que la CPU “sabe” qué módulo está en determinado slot sin necesidad de volcarle este dato. Sin embargo, las direcciones lógicas si deben de ser dadas por el usuario; esta operación es denominada configuración del Drop.

Diseño del sistema RIO.

Al diseñar un sistema de cables RIO, tenga en cuenta lo siguiente:

- La posibilidad de conectar uno o más cables a estaciones de E/S remotas.
- Las limitaciones de los nodos, como, por ejemplo, un puerto o doble puerto, compatibilidad con dispositivos ASCII, etc.
- La capacidad de ampliación de los autómatas, es decir, el número máximo de estaciones de E/S admitidas.
- El número de nodos (procesadores principales y adaptadores de estaciones de E/S) y
- Las ubicaciones y las condiciones ambientales en las que deben funcionar dichos nodos.

Elementos principales de un plan de sistema de cables

A continuación se enumeran los elementos principales de un plan de sistema de cables:

- El sistema de cables debe estar destinado a RIO; no se podrán aplicar ni transmitir otras señales ni otra alimentación en esta red.
- La atenuación entre el procesador principal (o el último repetidor de fibra óptica, si se emplea una conexión óptica) y los adaptadores de la estación de E/S no debe superar los 35 dB a 1,544 MHz (32 dB para los autómatas 984 basados en ordenadores principales).

- No se deben exceder los radios de curvatura mínimos especificados para los cables principales y de derivación.
- Deben colocarse bucles de ampliación y reducción en el sistema de cables para permitir cambios de temperatura.
- Un cable principal marcado con una banda sirve para determinar la colocación de la caja de derivación.
- El sistema de cables debe estar conectado a tierra en un solo punto a 6 m del procesador RIO; el punto central de conexión a tierra puede ser una caja de derivación, un divisor o un bloque de conexión a tierra.
- La instalación física del cable debe ser compatible y se debe tener en cuenta la resistencia del cable a la tracción; algunos fabricantes recomiendan que los cables RG-6 y RG-11 obtengan sujeción cada 15 metros; consulte a su fabricante para asegurarse de que no supera el límite de tensión del cable.
- En los lugares donde los roedores pueden suponer un problema, proteja los cables mediante un conducto o material parecido.
- Deben tomarse las precauciones adecuadas cuando los componentes estén instalados en entornos poco favorables donde estén expuestos a altas temperaturas y agentes corrosivos. Consulte a los fabricantes de los cables o a los proveedores de CATV para obtener productos especiales para este tipo de entornos.

Planificación de ampliación del sistema.

La posibilidad de ampliación del sistema se debe tener en cuenta en el diseño inicial. Es menos costoso realizar la ampliación de la red RIO durante la planificación original que volver a diseñarla posteriormente. Si el autómata puede admitir más estaciones de E/S RIO que las que requiere la planificación actual, es recomendable que instale cajas de derivación adicionales a lo largo del cable principal de la red.

Si, por ejemplo, desea emplear una CPU Quantum que admite hasta 31 estaciones de E/S remotas y la planificación actual sólo necesita 10 estaciones de E/S remotas, puede instalar hasta 21 cajas de derivación adicionales para futuras ampliaciones.

Hay que tener en cuenta que las cajas de derivación no utilizadas deben disponer de terminación.

Consideraciones del cable de red

- La longitud máxima del cable principal viene determinada por la atenuación específica del tipo de cable y del número de otros componentes de hardware del cable que se encuentran en la red.
- La longitud mínima permitida para un cable de derivación es de 2,6 m, un cable de derivación más corto puede causar reflexiones de la caja de derivación, lo que puede producir errores en el adaptador de estación.
- La longitud máxima del cable de derivación coaxial es de 50 m, puede ampliarse con una conexión de fibra óptica.

- Debe mantenerse un espacio mínimo de 2,6 m entre las cajas de derivación. Cada puerto que no se utilice en una caja de derivación debe terminarse con un terminador del puerto de la caja de derivación.

Atenuación de señal.

La pérdida de señal en el último drop no debe superar los 35 dB, para este cálculo deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- ACP: atenuación del cable principal desde el principio hasta el final del cable (aproximadamente 0.2dB/30mts).
- ACD: atenuación del cable de derivación, normalmente en la última estación de E/S (aproximadamente 1dB).
- ADC: atenuación de la derivación de la caja de derivación (aproximadamente 14dB).
- NDD: número de divisores en el sistema.
- NDC: número de cajas de derivación entre el último nodo y el principio.

La atenuación en decibeles (dB) del cable esta dada por el siguiente cálculo:

$$\mathbf{AT\ (dB)\ =\ ACP\ +\ ACD\ +\ ADC\ +\ (NDD\ \times\ 6)\ +\ (NDC\ \times\ 0.8)}$$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La automatización en la planta permite operar el sistema desde un cuarto de control aislado de los equipos de proceso, reduciendo de manera significativa el contacto del personal con el polvo de cemento.
- Utilizando el software InTouch 9.5 se tiene una visualización en tiempo real del proceso, el supervisor desde un computador podrá visualizar, controlar y detener el proceso en el caso de ocurrir alguna falla en el sistema; logrando de esta manera una reducción importante de errores y asegurando un producto elaborado con mayor eficiencia.
- Por medio del software de programación Concept versión 2.6, se tiene la capacidad de añadir, modificar, o borrar la programación de la secuencia de control, dependiendo de las necesidades de producción. El software permite monitorear las secciones de programa en ejecución, hacer cambios de programación en línea facilitando la labor del programador del PLC.
- Para dimensionar las tarjetas de E/S es recomendable extenderse en un 15% al número total de señales, previniendo de esta forma la conexión de futuros equipos en el proceso.
- La línea de PLC's utilizada en el proyecto permite ampliar la red de comunicación, se pueden incluir drops remotos logrando el manejo de un número mayor de señales.

- Los gráficos del HMI se han diseñado basándose en las principales señales de control y en la imagen actual que tiene la planta logrando una mejor visualización y entendimiento de todo el proceso.
- La correcta selección del silo desde el cual se va a extraer el material, vía de transporte, y máquina a despachar son un factor importante en el proceso, ya que así se logra un despacho de manera rápida y óptima, obteniendo un llenado ágil y continuo de sacos de cemento.
- Durante el proceso de transporte se tiene un control de carga de los elevadores de cangilones principales de 0-100%, el mismo está dado por la variable de amperaje del motor del equipo, esta debe trabajar dentro de un rango establecido, si no trabaja dentro de este rango podría afectar al elevador y causar paradas no programadas.
- Se recomienda que no se realice ninguna programación de control del proceso dentro del HMI, y esta solo se realice mediante el PLC, con el fin de evitar paradas del proceso al apagar el computador y cerrar su drive de comunicación.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo tanto de los sensores de nivel de tolvas de recirculación como de las tolvas de silos de extracción ya que estos realizan una labor de control de gran importancia en el desarrollo del proceso de transporte.

ANEXO A

Instrumentación utilizada

Información Técnica

Solicap M FTC53.

Sensor de nivel capacitivo.
Interruptor de nivel para sólidos a granel.



Aplicaciones

El Solicap M FTC es usado para detectar límites nivel en silos que contienen sólidos a granel (para mínimo o máximo nivel). La versión cubre casi cualquier aplicación de medición:

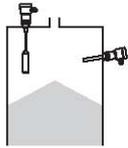
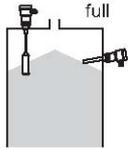
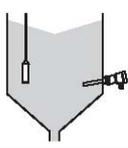
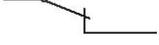
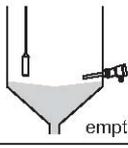
FTC53 con la sonda de diámetro $\varnothing 14$ mm, montable en la parte superior máxima del silo para la detección de niveles de materiales pesados a granel.

Beneficios

- Unidad completa que consiste en una sonda con un circuito electrónico de fácil conexión.
 - Montaje simple de bajo costo de instalación.
 - Apto para automatización y sistemas de control (PLC, PCS, PC, relés, contactores, etc.)
- Alta seguridad funcional de la conexión del sensor gracias al EC27Z .
- Ninguna parte móvil en silo:
 - no necesita recubrimiento,
 - largo tiempo de operación
- Calibración Simple:
 - punto de interrupción en sonda superior
- El largo de la sonda puede ser fácilmente recortado
 - puede usarse para varios límites
 - corto tiempo de respuesta

Modo seguro de Operación:

Instrumentación Compacta con EC61Z.

| Safety Switching | Level | Electronic Switch |
|-------------------------------|--|--|
| Maximum-fail-safe mode |  | connected  (load circuit closed) |
| |  | disconnected  (load circuit open) |
| Minimum-fail-safe mode |  | connected  (load circuit closed) |
| |  | disconnected  (load circuit open) |
| Power failure | | disconnected  (load circuit open) |

La construcción incorporada para mínima o máxima interrupción permite al SOLICAP M ser usado en toda aplicación que requiere alta seguridad de operación:

- Modo máximo de operación:

La corriente de circuito es interrumpida si la sonda es cubierta o la alimentación del sensor falla.

- Modo mínimo de operación:

La corriente de circuito es bloqueada si la sonda esta descubierta o la alimentación del sensor falla.

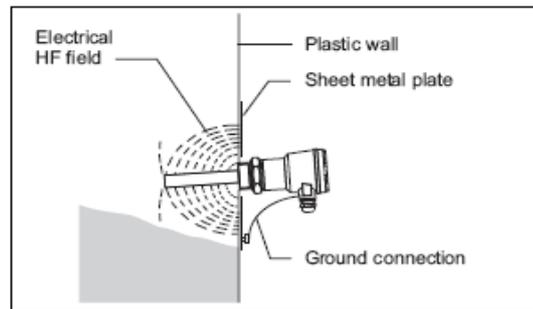
Un LED rojo insertado en electrónica indica el estatus de interrupción.

Característica Principal de la Electrónica Insertada EC61Z

Dos conductores, conexión 21...250 VAC

Corriente de Trabajo, máximo 350 mA

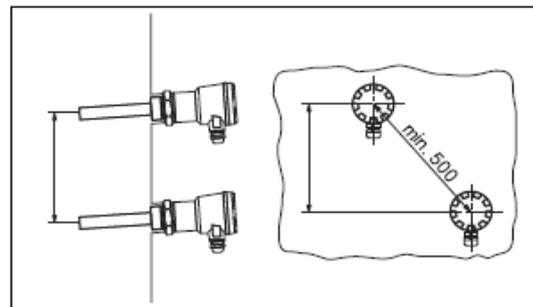
Cuando el sensor es montado en un silo hecho de material plástico o de una delgada lámina metálica el sensor debe ser colocado en la parte lateral del silo como un electrodo.



120-PTC5222-11-06-xx-04

Silo with plastic walls

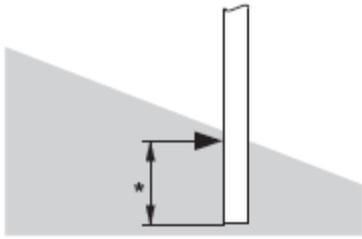
La mínima distancia requerida entre dos sensores debe ser de 30 cm.



120-PTC5222-11-06-xx-05

For small differences in level

Conductividad dieléctrica

| Tipo de material, Constante dieléctrica relativa, ϵ_r |  <p>* longitud sumergida</p> |
|---|--|
| Eléctricamente Conductivo | 10 mm |
| No conductivo | |
| $\epsilon_r > 10$ | 100 mm |
| $\epsilon_r > 5... 10$ | 200 mm |
| $\epsilon_r > 2... 5$ | 500 mm |

La longitud dada para distancias mínimas debe ser considerada desde el límite requerido.

Para una segura operación es importante que la diferencia de capacitancia entre la prueba cubierta y descubierta debe ser mayor a 10 pF.

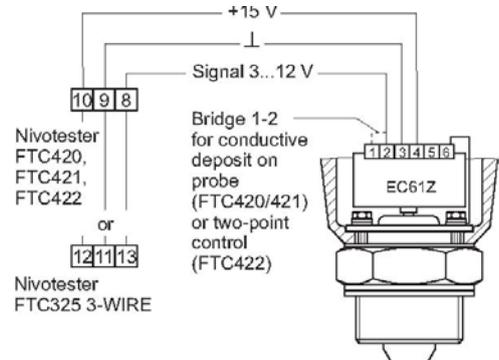
Conectando el EC61Z

Conectar EC61Z y probar con el cable de instrumento con una resistencia superior a 25 ohm por conductor.

Cuando sea usado en campos electromagnéticos fuertes, use un cable apantallado, si posible con los alambres cruzados.

Aterrice el cable apantallado en un solo punto.

Aterrice a la sonda el terminal 6 de la electrónica insertada.

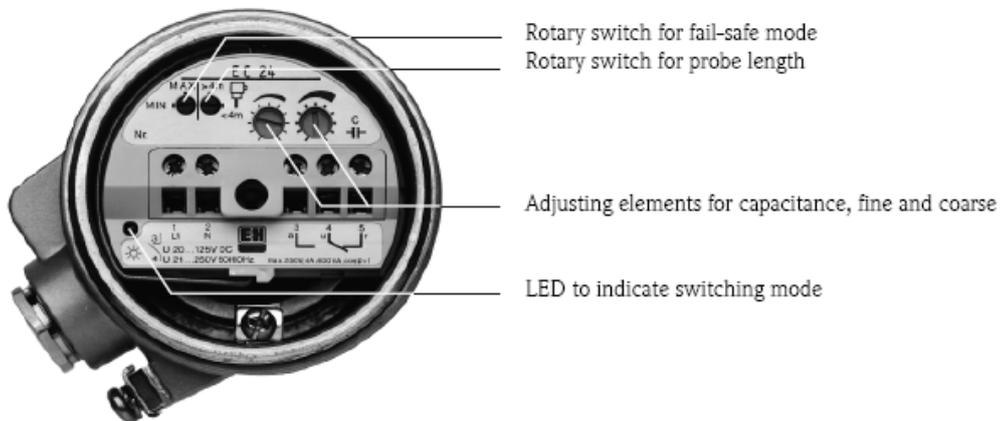


Calibración del Equipo

Ajuste y Calibración desde la Electrónica EC61Z

Para calibrar, el Solicap M debe ajustarse el valor de capacitancia del condensador formado por la sonda y la pared del silo.

Las llaves rotativas y elementos de ajuste para la calibración están sobre en la parte superior de la electrónica insertada y a un lado de los elementos de calibración están las conexiones de poder con voltajes de 250 VAC. Use un destornillador de mango aislado.



100-FTC5xxxx-03-06-06-es-001

Operating elements on the electronic insert

Calibración de la Capacitancia

Para calibrar la capacitancia, el silo debe de estar vacío o el nivel del material debe estar al menos 200 mm debajo de la sonda

- Encender la fuente de voltaje
- Asegurarse de que la electrónica no esté húmeda en el momento de la calibración.

La calibración de Capacitance debe llevarse a cabo despacio y cuidadosamente

HAWKEYE transductor de corriente de Alto Amperaje 221 4-20 mA corriente de salida



El HAWKEYE 221 es un transductor analógico de corriente el cual provee información de equipos tales como motores que alcanzan corrientes por encima de 2400 Amperios transformándola a un rango de 4 a 20 mA. Cada sensor puede ser calibrado para un máxima resolución usando el potenciómetro de span.

Monitoreo de motores y cargas superiores a 2400 A

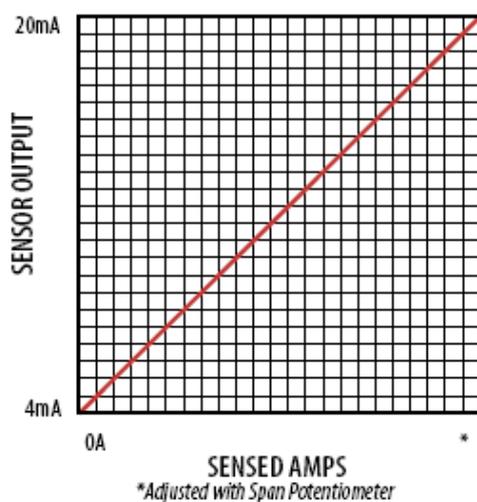
- Split-core diseñado para una fácil instalación
- Elimina la necesidad de externos CTs de largos conductores.
- Monitoreo crítico de motores.

Aplicaciones

- Niveles de carga para motores grandes
- Lazo de corriente ideal para retroalimentación.
- Ideal para operar con PLC's.

Lazo de poder de 4-20 mA de salida.

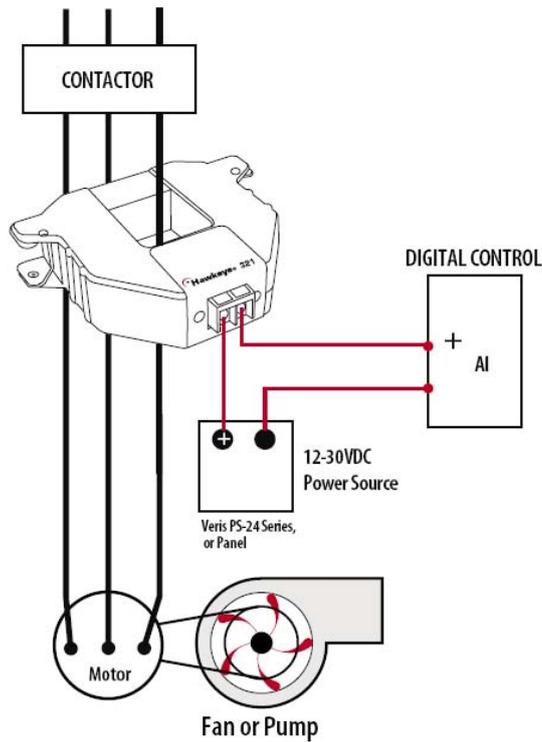
- 2 conductores que reducen costos de cableado.
- Zero y span ajustables para una fácil configuración y alta resolución.
- 5 años de garantía.



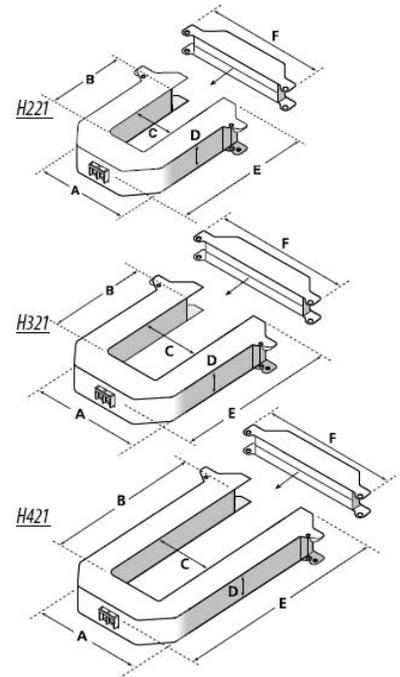
100 to 300A (H221)
300 to 800A (H321)
1000 to 2400A (H421)



APPLICATIONS/WIRING EXAMPLE



DIMENSIONAL DRAWINGS



Especificaciones

Rangos de amperaje

| | |
|------------|-------------------------------------|
| Modelo 221 | 0-300 A (potenciómetro escalable) |
| Modelo 321 | 0-800 A (potenciómetro escalable) |
| Modelo 421 | 0-2400 A (potenciómetro escalable) |

Salida

| | |
|------------------------|---------------|
| 4-20 mA | |
| Voltaje de aislamiento | 600 Vac rms |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Temperatura | -15° a 60 ° C |
| Humedad | 0 a 95 % |

Corriente

| | |
|---------------------------|--------------|
| 2 % | |
| Tiempo de respuesta | 2 segundos |
| Voltaje de alimentación | 12 a 30 Vdc |
| Corriente de alimentación | 30 mA max |
| Ajuste zero | 3,5 a 4,5 mA |

Detectores de proximidad BERO

Detectores de proximidad inductivos BERO 3RG4

Introducción

Funcionamiento

El BERO inductivo es un detector de proximidad que trabaja sin contacto mecánico ni eléctrico. Tampoco incluye piezas sujetas a desgaste mecánico y es ampliamente insensible a los efectos ambientales.

Se usa preferentemente en aplicaciones que requieren un alto grado de fiabilidad, precisión en el punto de conmutación, vida útil, frecuencia de conmutación, velocidad de accionamiento, etc.

En el BERO se genera un campo alterno de alta frecuencia que sale por su "superficie activa". La extensión espacial de este campo alterno determina el "alcance" del detector. El campo se atenúa cuando se aproxima

un material que tenga buena conductividad eléctrica y/o magnética. Ambos estados (campo atenuado o no) los evalúa el BERO y conducen a un cambio de señal en la salida.

Campo de aplicación

Los detectores de proximidad inductivos BERO los clasificamos de acuerdo a sus posibilidades de aplicación o particularidades técnicas:

BERO para exigencias normales (3 ó 4 hilos)

Ver página 10/27.

- Gama de tensión: 15 a 34 V DC 3RG46: 10 a 30 V DC
- Tipo de salida
 - BERO a 3 hilos: 1 NA ó 1 NC, hasta 200 mA,
 - BERO a 4 hilos: 1 NA y 1 NC (antivalente), pnp, hasta 200 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 3000 Hz (Ø 4 mm),
- Distancia de detección conforme a la norma,
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

BERO para PLC (2 hilos)

Ver página 10/35.

- Gama de tensión: 15 a 34 V DC,
- Salida BERO a 2 hilos: 1 NA, hasta 25 mA,
- Intensidad residual y caída de tensión adecuadas a las entradas del PLC,
- Frecuencia de conmutación hasta 1500 Hz (Ø 8 mm, M 8),
- Distancia de detección según norma,
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

Ventajas

- Reducido cableado,
- Permite reemplazar directamente fines de carrera mecánicos en instalaciones sin requisitos de seguridad,
- Alimentación de tensión directamente desde la entrada del PLC,
- Tanto salida npn como pnp.

BERO para elevados requisitos de protección eléctrica

Ver página 10/36.

- Gama de tensión
 - BERO a 3 hilos: 10 a 65 V DC,
 - BERO a 2 hilos: 20 a 320 V UC,
- Tipo de salida
 - BERO a 3 hilos: 1 NA ó 1 NC, pnp, hasta 300 mA,
 - BERO a 2 hilos: 1 NA ó 1 NC, carga óhmica hasta 300 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 5000 Hz (M 8),
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

Ventajas

- Adaptación simple a las tensiones de empleo más diversas,
- Insensible a desviaciones de tensión.

BERO para condiciones ambientales extremas (IP 68)

Ver página 10/39.

- Gama de tensión
 - BERO a 2 hilos: 20 a 320 V UC,
 - BERO a 3 hilos: 15 a 34 V DC, 10 a 65 V DC,
 - BERO a 4 hilos: 15 a 34 V DC,
- Tipo de salida
 - BERO de 3 hilos: 1 NA ó 1 NC, pnp, hasta 300 mA,
 - BERO de 4 hilos: 1 NA y 1 NC (antivalente), pnp, hasta 200 mA,
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

Ventaja

- Aplicable bajo condiciones climáticas extremas gracias a protección IP 68 lograda mediante una caja de alta estanqueidad con masa colada especial.

BERO con distancia de detección aumentada

Ver página 10/41.

- Gama de tensión: 10 a 65 V DC (en 3RG46: 10 a 30 V DC),
- Salida BERO a 3 hilos: 1 NA ó 1 NC, pnp, hasta 300 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 1000 Hz (Ø 6,5 mm),
- Distancia de detección hasta 3 veces mayor que la especificada en la norma,
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

Ventajas

- Gran margen de ajuste para montaje,
- Posibilidad de seleccionar un tamaño menor para la distancia de detección exigida,
- Compensación de la reducción de distancia necesaria para metales no férricos.

U BERO sin factor de reducción

Ver página 10/45.

- Gama de tensión
 - BERO a 3 hilos: 10 a 30 V DC,
- Salida:
 - BERO de 3 hilos: 1 NA, pnp, hasta 200 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 3000 Hz.

Ventajas

- Sin factor de reducción para metales no férricos,
- Insensibles a campos magnéticos, estos BEROs son insensibles a la corriente de soldadura. Insensibilidad a campos magnéticos hasta 160 mT ef. = 21 kA con 25,4 mm; excepción
 - 3RG46 48: 140 mT ef.
 - 3RG46 44: 140 mT ef.
 - 3RG46 43: 75 mT ef.

BERO resistente a la presión hasta 500 bares

Ver página 10/47.

- Gama de tensión: 10 a 30 V DC,
- BERO a 3 hilos: 1 NA, pnp, hasta 200 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 400 Hz,
- Distancia de detección: 3 mm.

Ventajas

- Apropriado para esfuerzos de presión extremadamente dinámicos
- Fácil de instalar: el BERO puede atornillarse completamente; no se requiere ningún ajuste
- Obturación frontal hermética a gases.

BERO con salida analógica

Ver página 10/47.

- Gama de tensión 10 a 30 V DC,
- Tipo de salida
 - salida de tensión 0 a 5 V DC,
 - salida de intensidad 1 a 5 mA,
- Protección contra cortocircuitos, protección contra tensiones inducidas, protección completa contra inversión de polaridad,
- Versión no linealizada,
- Conexión vía cable o conector S12.

Detectores de proximidad BERO

Detectores de proximidad inductivos BERO 3RG4

Introducción

Campo de aplicación

BERO para DESINA

Ver 10/47.

La norma DESINA incluye las especificaciones para la estandarización y descentralización de las instalaciones neumáticas, de fluidos y eléctricas de máquinas y plantas.

- Cumple especificación 06,
- Gama de tensión:
 - BERO a 3 hilos
10 a 30 V DC
 - BERO a 2 hilos
10 a 55 V DC,
- Tipo de salida
 - BERO a 3 hilos:
1 NA, pnp, hasta 200 mA,
 - BERO a 2 hilos:
1 NA, hasta 200 mA,
 - Salida diagnóstico adicional, admite carga de hasta 50 mA,
- Frecuencia de conmutación hasta 3000 Hz.

Ventajas

- Sistema de conexión normalizado,
- Función de diagnóstico,
- Auxiliar para ajuste.

BERO para AS-Interface

Ver página 10/47.

- para conexión directa a AS-Interface

- Salidas:
 - Rango de detección,
 - Zona segura,
 - Vigilancia de bobina.

Ventaja

- Conexión simple y directa a AS-Interface.

BERO conforme a NAMUR y DIN 19 234

Ver página 10/48.

- Protección por seguridad intrínseca para su utilización en atmósferas explosivas (no en zona 0),
- Gama de tensión: 5 a 25 V DC (ampliable para barreras intrínsecas),
- Salida bucle de corriente de 2 hilos para conexión a la barrera intrínseca (característica creciente),
- Frecuencia de conmutación hasta 5000 Hz (\varnothing 4,5 mm, M 8),
- Distancia de detección conforme a la norma,
- La distancia de trabajo se halla entre 0 y 81% de la distancia asignada.

Ventajas

- Seguridad intrínseca, EEX ib IIC, certificado por el laboratorio oficial PTB (N° Ex-88.B.2145)
- Tamaños pequeños,
- Compatible con módulos/tarjetas de entrada SIMATIC según NAMUR,
- Vigilancia de rotura de hilo o cortocircuito por las barreras intrínsecas.

Explicación para aplicaciones en zona 2

conforme a DIN VDE 0165/2.91, apartado 6.3

Los detectores de proximidad con la referencia

- **3RG40** . .
- **3RG41** . .
- **3RG46** . .

pueden aplicarse en la zona 2 conforme a la norma DIN VDE 165, apartado 6.3.

Se cumplen o deben considerarse los requisitos siguientes.

- Los detectores de proximidad funcionan sin necesidad de establecer contacto físico. Por ello, durante el funcionamiento normal no pueden aparecer chispas ni arcos voltaicos.
- El incremento de temperatura superficial máximo respecto a la temperatura ambiente es de

+50 K.

- Se cumplen las especificaciones del grado de protección IP 54.
- En el caso de aparatos con conectores, éstos deberán estar enclavados de forma que no puedan enchufarse y desenchufarse nada más que sin tensión. Deberán proveerse con un letrero de advertencia rotulado con "No enchufar y desenchufar bajo carga".

Además es necesario respetar los requisitos generales especificados en la norma DIN VDE 0165 para la instalación de material eléctrico en zonas clasificadas (zonas Ex).

Aprobaciones

Dispositivos 3RG40, 3RG41 con los conectores M-12, M-18 así como las cámaras de conexión están aprobados por UL y CSA.

El anexo incluye una relación completa de aprobaciones (homologaciones).

Seguridad de personas

¡Está prohibido usar detectores inductivos BERO en aplicaciones en las cuales la seguridad de las personas dependa del funcionamiento del BERO!

Funciones

Dispositivos de protección incorporados

Los dispositivos de protección incorporados en la mayor parte de los BERO (ver tabla para selección) facilitan su manipulación y los protegen de efectos destructivos.

Son posibles protecciones contra

- rotura de hilo (conexión L- o L+),
- impulsos intempestivos a la conexión,
- cortocircuitos y sobrecargas (DC),

- picos de sobretensión,
- inversión de todos los hilos,
- interferencia por equipos de comunicación por radio.

Compatibilidad electromagnética

Todos los detectores de proximidad inductivos BERO cumplen con las exigencias de protección de las directiva de compatibilidad electromagnética N° 89/336/CEE. Esto se comprueba aplicando la norma prEN 60 947-5-2 y lo certifica el organismo oficial competente.

Para los ensayos individuales son aplicables las normas de compatibilidad electromagnética siguientes:

- ENV 50 140,
- ENV 50 141,
- EN 55 011,
- EN 55 022,
- EN 61 000-4-2,
- EN 61 000-4-4.

LED

Los BERO cilíndricos (excepción: BERO para condiciones ambientales extremas y BEROs según NAMUR) están equipa-

dos con uno o dos diodos luminiscentes (LED).

El LED amarillo señala la distancia de detección, es decir,

- en caso de función NA: BERO atenuado = LED encendido,
- en caso de función NC: BERO no atenuado = LED encendido.

El LED verde señala la presencia de tensión de alimentación. Esta función sólo está incorporada en parte de los detectores.

Construcción

Normas

EN 60 947-5-2 (VDE 0660, Parte 208)

Conectores

En los detectores con forma cilíndrica se utilizan de forma estándar conectores de 8 mm o conectores con rosca M 12 (3 ó 4 polos). Para uniones enchufables está disponible un conector aéreo, véase accesorios. Como opción se ofertan para las formas M 18 y M 30 también conectores con rosca M 18 (3 polos).

Cables

Se emplean generalmente cables flexibles, resistentes al aceite, con cubierta exterior de poliuretano; el estándar tiene una longitud de 2 m.

Utilice cables de PVC en el caso de que los cables entren en contacto con ácidos y bases.

En detectores para aplicación según UL y CSA debe pedirse cable de PVC.

Longitudes y materiales distintos bajo demanda.

Longitud de cable

Los cables excesivamente largos en detectores BERO tienen los siguientes efectos negativos:

- carga capacitiva de la salida,
- efecto reforzado de señales perturbadoras.

Por ello no conviene superar longitudes de cable de 300 m incluso bajo condiciones favorables.

Tendido de cables

Los cables de conexión de los detectores de proximidad no deberán tenderse dentro de una canaleta en paralelo a cables que conmuten cargas inducti-

vas (p. ej., bobinas de contactores, electroválvulas, motores) o que conduzcan corrientes de convertidores (variadores) de velocidad. Los cables deberán ser lo más cortos posibles; sin embargo, en caso de tendido favorable (capacidad de acoplamiento reducida, pequeñas tensiones perturbadoras) pueden ser de hasta 300 m.

Para evitar efectos perturbadores es necesario tomar las medidas siguientes:

- distancia a cables perturbadores > 100 mm,
- prever pantallas/blindajes,

Detectores de proximidad BERO

Detectores de proximidad inductivos BERO 3RG4

Exigencias normales

Datos de selección y pedidos

Tensión de empleo 15 ... 34 V DC (3RG46: 10 ... 36 V) • 3 ó 4 hilos • Grado de protección IP 67 (con cámara de conexión IP 65)

| Distancia de detección asignada mm | Forma constructiva, dimensiones mm | Montaje en metal | Caja | Capacidad de carga mA | Número de hilos | Conexión | Función de la salida | PE | Referencia | GP |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|---|---------------------------|----|-----------------------|-----|
| 15 | M 30x 54 | no plano | latón niquelado | 200 | 4 | cable 2 m, PUR, 4 x 0,14 mm ² | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 24-0CD00 | 122 |
| | M 30x 69 | | | | | | | | conector M 12, tipo F | |
| 15 | 40 x 40 x 69 (incl. conector) | plano | material aislante | 200 | 4 | conector M 12, tipo F | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 38-3CD00 | 122 |
| | | | | | | | | | NA + NC, A npn | |
| 15 | 40 x 40 x 120 | plano | material aislante | 200 | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA, pnp | ▶ | 3RG40 31-6AG01 | 122 |
| | | | | | | | NC, pnp | C | 3RG40 31-6AF01 | |
| | | | | | | | NA, npn | ▶ | 3RG40 31-6GB00 | |
| 15 | 40 x 40 x 120 | plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 31-6CD00 | 122 |
| 15 | 40 x 40 x 118 | plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 34-6CD00 | 122 |
| 20 | ∅ 34 x 98 | no plano | material aislante | 200 | 3 | con cámara de conexión para cables 0,75 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | A | 3RG46 26-6AD00 | 122 |
| 20 | 40 x 40 x 120 | no plano | material aislante | 200 | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA, pnp | ▶ | 3RG40 41-6AG01 | 122 |
| | | | | | | | NC, pnp | C | 3RG40 41-6AF01 | |
| | | | | | | | NA, npn | C | 3RG40 41-6GB00 | |
| 20 | 40 x 40 x 120 | no plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 41-6CD00 | 122 |
| 25 | 60 x 77 x 41 | plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | ▶ | 3RG40 32-6CD00 | 122 |
| 30 | 60 x 77 x 41 | no plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | C | 3RG40 42-6CD00 | 122 |
| 40 | 80 x 100 x 42 | no plano | material aislante | 200 | 4 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA + NC, pnp | C | 3RG40 43-6CD00 | 122 |

Para una información más detallada y dimensiones, consultar el catálogo NS BERO o la página de Internet: <http://www.siemens.de/bero>

Detectores de proximidad BERO

Detectores de proximidad inductivos BERO 3RG4

Elevados requisitos de protección eléctrica

Datos de selección y pedidos

Tensión de empleo 20 ... 265 V AC / 20 ... 320 V DC • 2 hilos • Grado de protección IP 67 (con cámara de conexión IP 65)
Tensión de empleo 10 ... 65 V DC • 3 hilos • Grado de protección IP 67 (con cámara de conexión IP 65)

| | Distancia de detección asignada | Forma constructiva, dimensiones | Montaje en metal | Caja | Capacidad de carga | Número de hilos | Conexión | Función de la salida | PE | Referencia | GP |
|---|---------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|---|-----------------|--|---------------------------|----|-----------------------|-----|
| | mm | mm | | | mA | | | | | Tipo preferente | |
|  | 15 | 40 x 40 x 69 (incl. conector) | plano | material aislante | 300 | 2 | conector M 12, tipo E, F | NA | | 3RG40 38-3KB00 | 122 |
|  | 15 | 40 x 40 x 120 | plano | material aislante | 300 | 2 ¹⁾ | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, programable | | 3RG40 31-6KD00 | 122 |
| | | | | | | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 31-6AD00 | 122 |
|  | 20 | 40 x 40 x 120 | no plano | material aislante | 300 | 2 ¹⁾ | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 41-6KD00 | 122 |
| | | | | | | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 41-6AD00 | 122 |
|  | 20 | Ø 34 x 98 | no plano | material aislante | 250 / con 230 V AC 100 / con 24 V DC | 2 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG46 26-6KD00 | 122 |
|  | 30 | 60 x 77 x 41 | no plano | material aislante | 300 | 2 ¹⁾ | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 42-6KD00 | 122 |
| | | | | | | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 42-6AD00 | 122 |
| | 40, montaje plano | 80 x 100 x 42 | plano / no plano | material aislante | 300 | 2 ¹⁾ | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 33-6KD01 | 122 |
| | | | | | | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 33-6AD01 | 122 |
| | 30, montaje no plano | 80 x 100 x 42 | no plano | material aislante | 300 | 2 ¹⁾ | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 43-6KD00 | 122 |
| | | | | | | 3 | con cámara de conexión para cables 0,5 ... 2,5 mm ² | NA o NC, pnp, programable | | 3RG40 43-6AD00 | 122 |

Para una información más detallada y dimensiones, consultar el catálogo NS BERO o la página de Internet: <http://www.siemens.de/bero>

1) Sólo con 1 LED.

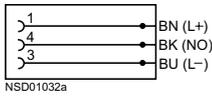
Detectores de proximidad BERO

Accesorios

Conectores 3RX1

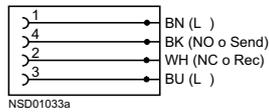
Esquemas

Conector tipo A, E



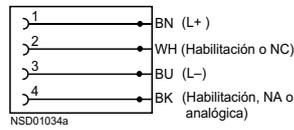
BERO con contacto NA

Conector tipo B, F, L, N, P



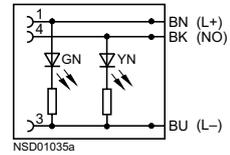
BERO con contacto NC/contacto NA

Conector tipo B, F, L, N, P



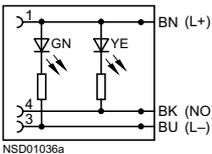
Sonar-BERO serie compacta M18

Conector tipo C, H



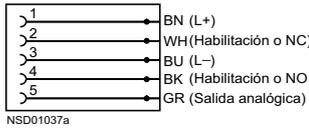
BERO con contacto NA, npn

Conector tipo D



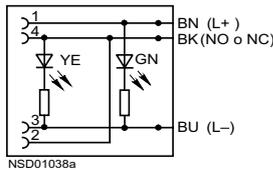
BERO con contacto NA, npn

Conector tipo G, M



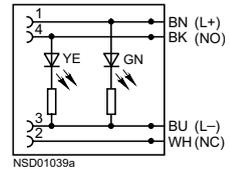
BERO con contacto NC/contacto NA
Sonar-BERO series compactas II y III

Conector tipo J



BERO con contacto NC o NA, npn

Conector tipo K



BERO con contacto NA o NC/NA, npn

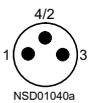
BN = marrón
BK = negro
WH = blanco

BU = azul
GR = gris

Asignación de pines

Conexión de 8 mm para conectores de cable y conect. de cable angulares (vista sobre el lado de los pines)

Tipo A, C, D



Tipo B



Conexión M 12 para conectores de cable y conectores de cable angulares (vista sobre el lado de los pines)

Tipo E, F, H, J, K, L, N



Tipo G, M



Para accesorios, consultar el catálogo NS BERO o el sitio de Internet: <http://www.siemens.de/bero>

Protección de procesos

Sensores de movimiento

Milltronics Millpulse 600

Sinopsis



Milltronics Millpulse 600 es un sensor de movimiento a 2 hilos muy resistente que proporciona una salida conmutada a un controlador lógico programable (PLC).

Beneficios

- Máx. distancia entre el Millpulse y los blancos detectados: 100 mm (4")
- Conexión a 2 hilos
- Compatible con sistemas PLC
- Alta resistencia con muy poco mantenimiento en condiciones extremas

Gama de aplicación

Se utiliza generalmente en poleas de cola, poleas impulsadas, ejes motores y transportadores helicoidales. El Millpulse es una solución rentable para detectar sin contacto y proteger costosos equipos de producción.

Este sensor robusto es insensible al polvo, a las adhesiones y a la humedad, y es idóneo para la industria de la construcción, los áridos, y las plantas cementeras. En comparación con instrumentos tradicionales, este sensor sin contacto permite obtener el máximo rendimiento sin lubricar, limpiar y sustituir piezas. Reduce los costes de mantenimiento, parada y sustitución de piezas en los equipos de transporte. Está equipado con una salida de impulsos que puede utilizarse para reducir pérdidas de material, evitar daños, detectar incendios causados por el deslizamiento de la cinta en la polea motriz, y advertir de otros fallos en sistemas transportadores.

El Millpulse 600 detecta condiciones de baja velocidad, excesos o diferencias de velocidad. También puede acoplarse a un sistema PLC para detectar la velocidad. Equipado con una carcasa de aluminio, puede resistir temperaturas de -40 a +60 °C (-40 a +140 °F).

- Principales aplicaciones: poleas impulsadas, poleas receptoras, ejes motores, transportadores de tornillo, elevadores de cangilones

Construcción

Montaje

El Millpulse 600 debe montarse en zonas no potencialmente explosivas que se adapten a la clasificación de la caja, los materiales, y el rango de temperatura especificado. La tapa debe quedar accesible para las conexiones y para visualizar el diodo (LED) de estado.

El montaje del Millpulse se realiza con la brida proporcionada en una estructura libre de vibraciones, para garantizar que el objetivo no dañe la sonda.

Si es posible, durante el montaje del sensor atienda que la entrada de cables esté orientada hacia abajo para evitar la acumulación de condensación en el interior de la caja. Utilizar conductos flexibles (si resultan necesarios), que facilitan el desmontaje y el ajuste de la sonda. El sensor Millpulse no se instala a proximidad de tendidos de alta tensión o corriente y mecanismos de control SCR.

Asimismo el sensor no se conecta directamente a la alimentación eléctrica.

Datos técnicos

Modo de operación

| | |
|---------------------|--|
| Principio de medida | Perturbación de un campo magnético por un objeto férreo |
| Aplicación habitual | Se acopla a un sistema PLC proporcionando una salida de impulsos para monitorizar sistemas transportadores |

Condiciones de aplicación

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Temperatura de funcionamiento | -40 a +60 °C (-40 a +140 °F) |
|-------------------------------|------------------------------|

Diseño

| | |
|---------------------|--|
| Carcasa de la sonda | Aluminio |
| Conexión al proceso | 2" NPSL |
| Caja de conexiones | Aluminio, entrada de cables 3/4" NPT, terminales de 4 tornillos para cable máx. 12 AWG |

| | |
|------------------------|-------------------------------|
| Juntas de estanqueidad | Neopreno |
| Display | Diodo (LED) rojo: interruptor |
| Tipo de protección | Tipo 4 / NEMA 4 / IP65 |

| | |
|-------------|----------------|
| Peso | 2 kg (4,4 lbs) |
|-------------|----------------|

Alimentación eléctrica

| | |
|--------------------------|---|
| Capacidad de conmutación | Tensión <ul style="list-style-type: none"> • 18 a 48 V AC/DC • 60 a 135 V AC/DC Corriente <ul style="list-style-type: none"> • 5 a 400 mA (continua), sobretensión de 2 A durante 20 ms, 1 op. por segundo |
| Caída de tensión | 8 V |
| Corriente residual | 1,5 mA |
| Duración de conmutación | On (activado): Mín. 50 ms Off (desactivado): Mín. 50 ms |

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Límite operativo | Máx. 600 impulsos por minuto |
|-------------------------|------------------------------|

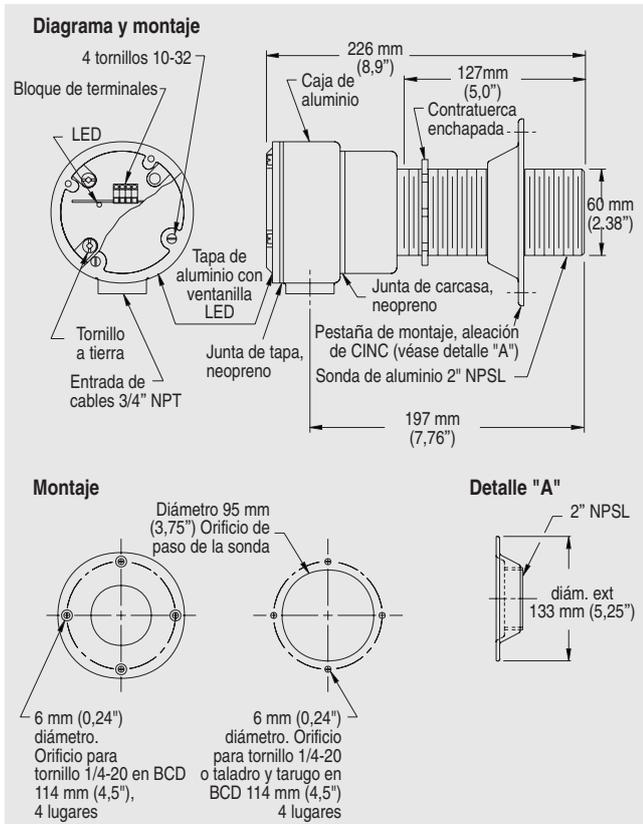
| | |
|--------------------------------------|--|
| Certificados y homologaciones | CSA para aplicación general NO cumple la normativa CE |
|--------------------------------------|--|

Datos de pedido

| Datos de pedido | Referencia |
|--|-------------------------|
| Milltronics Millpulse 600 | |
| Sensor de movimiento robusto con conexión a 2 hilos y señal de salida conmutada para PLC. Nota: Este dispositivo no cumple la normativa CE. | |
| Modelo | |
| Millpulse 600 (18 a 135 V AC/DC) de aluminio para mayor protección RFI | PBD-51033930 |
| Manual de instrucciones | |
| Manual Millpulse 600 en inglés | A) 7ML1998-5DG01 |
| Manual Millpulse 600 en alemán | A) 7ML1998-5DG31 |
| Nota: Indique el manual deseado en una línea separada por favor. | |
| Piezas de recambio | |
| Contratuerca | A) PBD-22850020 |
| Brida de montaje | PBD-22450304 |

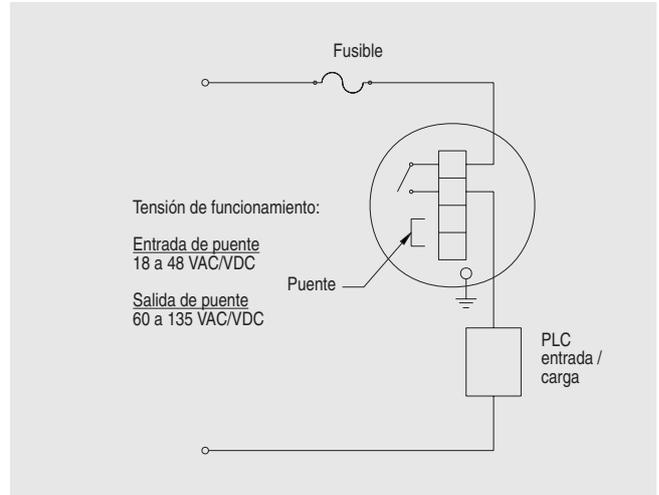
A) Sujeto a prescripciones relativas a la exportación AL: N, ECCN: EAR99

Croquis acotados



Dimensiones y montaje del Millpulse 600

Diagrama de circuito



Conexiones del Millpulse 600

Conexión

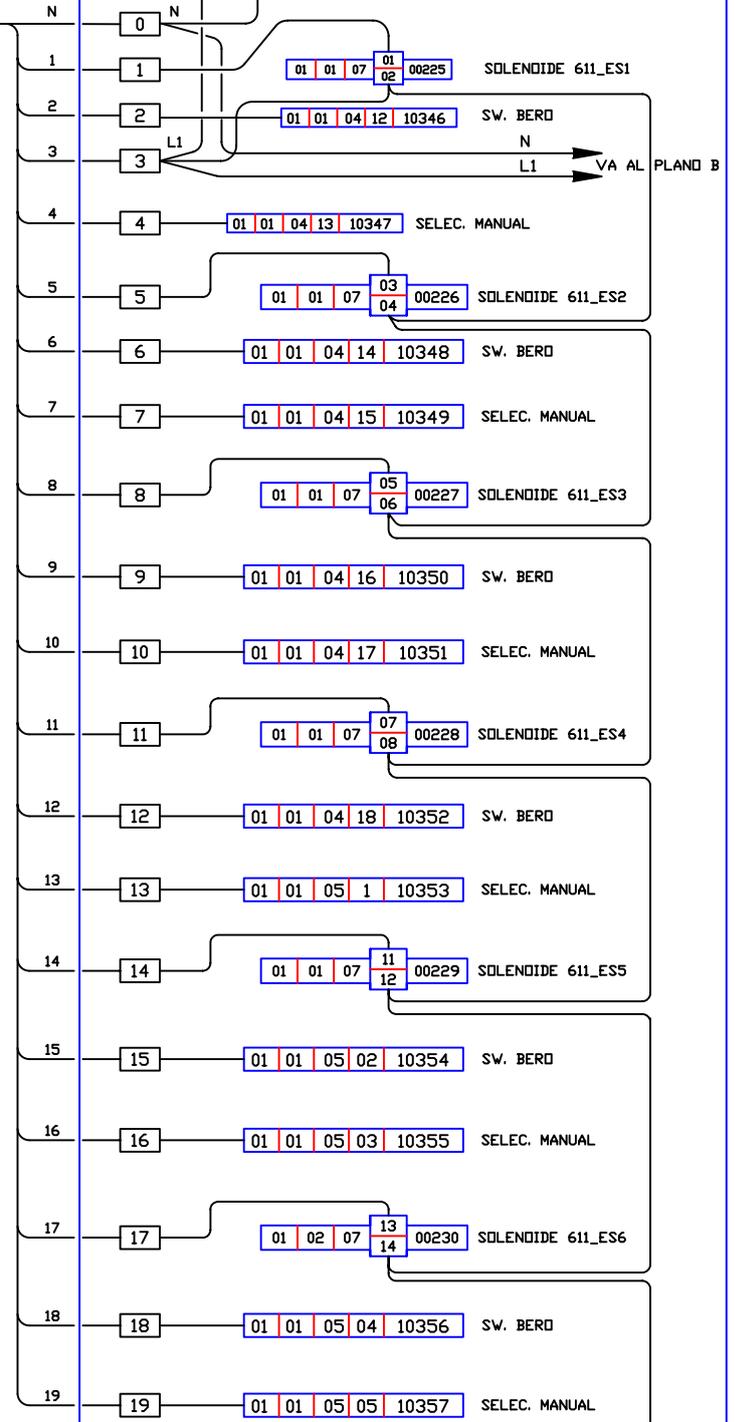
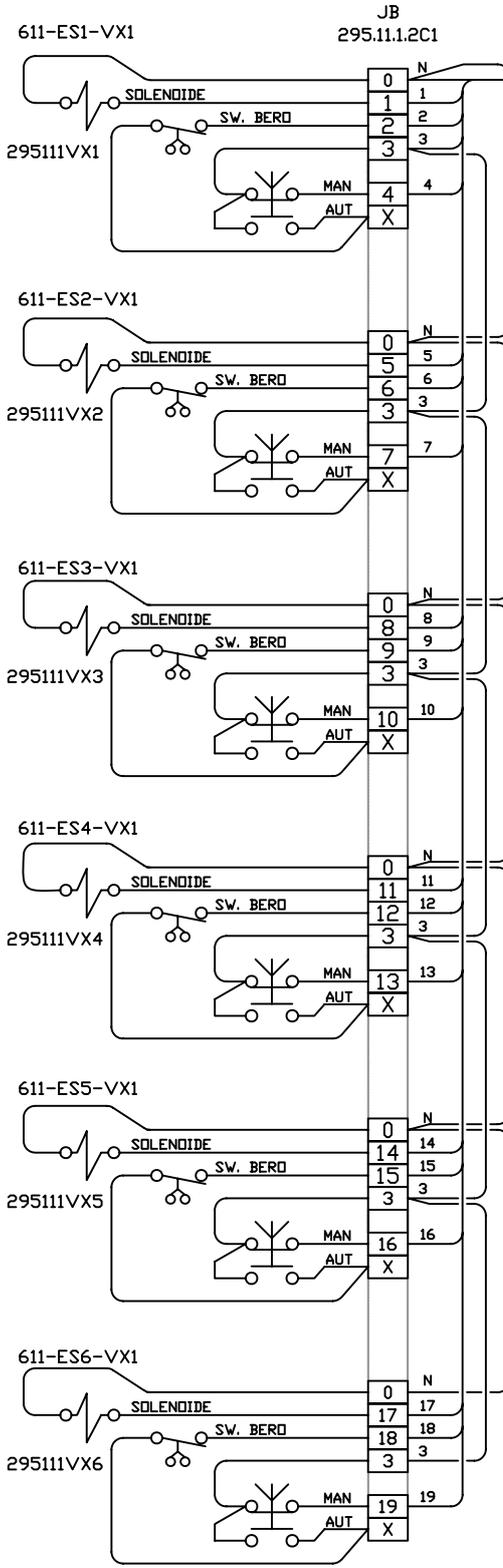
Si el fabricante de su PLC no indica que es compatible con los estándares eléctricos CENELEC 50040/36/37/38, compruebe que la corriente de conmutación de la entrada del PLC sea superior a la corriente residual del Millpulse. Si su PLC no cumple los requisitos, utilizar una resistencia a través de las entradas del PLC para aumentar la corriente de conmutación.

ANEXO B

Planos eléctricos de equipos

POSICION # 7

15A
 L1 N 120VAC DESDE 61X-1N7 PANEL BREAKER



HACIA SALIDA 00231

| | |
|-------------|-----------------------------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREAGA | Feb.2005 |
| Diseño: | |
| Aprobó: | V.T. |
| Modif. por: | ROMANSEL No Materiales |
| Verif. por: | D.TORRES Cant.Inst.: xxxxxx |



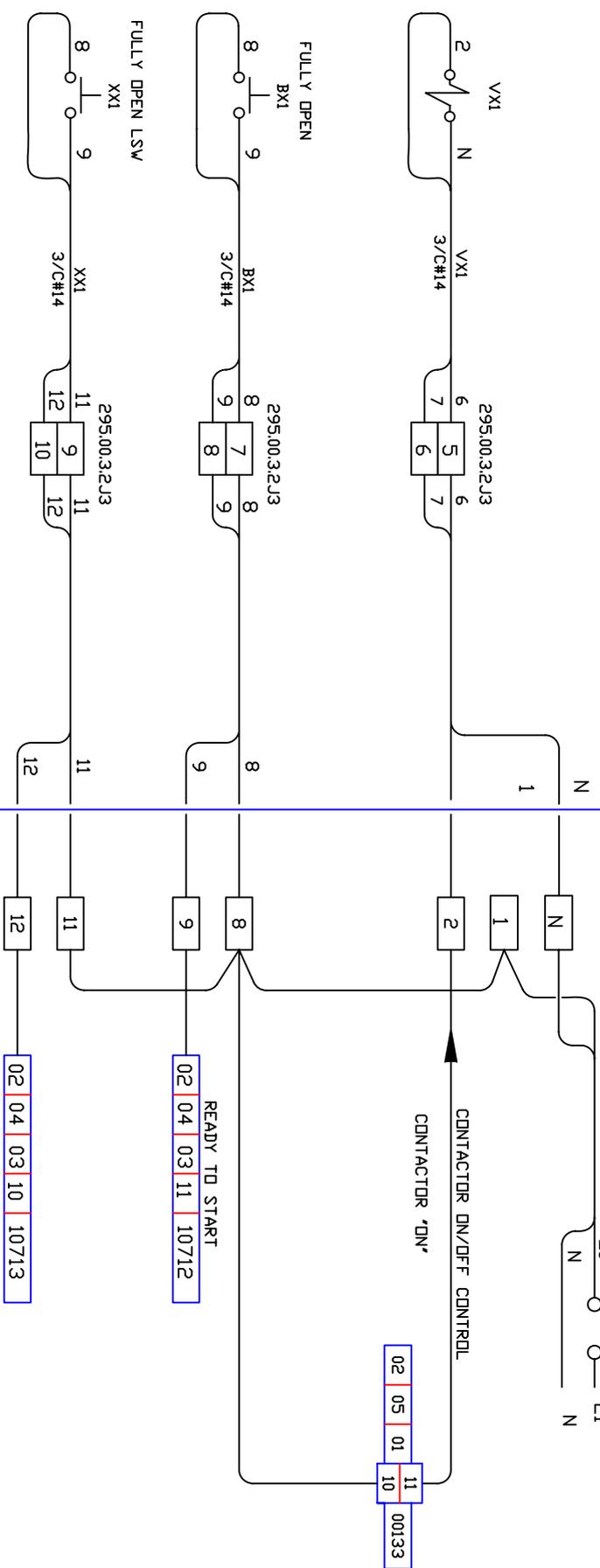
Area:
**TRANSP. HASTA CARG.
 GRANEL/ENSAC.(611)**

Contiene:
**SISTEMA IBAU SILO1
 VALVULAS DESLIZANTES**

| | |
|--------------------------|-----------|
| Código HAC del equipo: | 611-ES |
| Código SAP del equipo: | xxxxxxxx |
| Código SAP del repuesto: | xxxxxxxx |
| Escala: | 1:1 |
| Cód. de Dibujo: | 591-351 A |

| | | | |
|-------------------------|-------------|----------------------|--|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No | | 6CX-2P1 | |
| DROP: x | LOCATION | CUARTO ELECT. ENVASE | |
| TERMINALS | INPUT CARDS | OUTPUT CARDS | |

120 V A C SUPPLY FROM
CB No: 21
L1 N L1 N



| | | | |
|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Nombre | M. ARREGAGA | Fecha | DIC. 2004 |
| Dibujó: | M. ARREGAGA | Diseño: | DIC. 2004 |
| Aprobó: | V.T. | DIC. 2004 | |
| Modif. por: | ROMANSEL | DIC. 2004 | |
| Verif. por: | D.TORRES | DIC. 2004 | |

Holcim

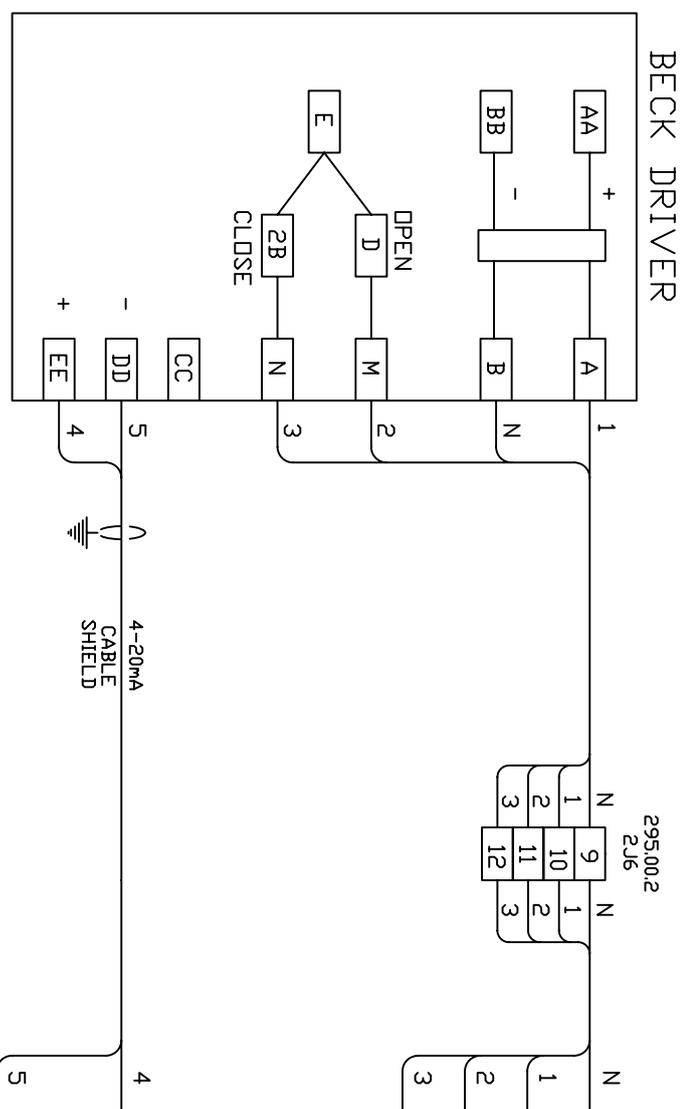
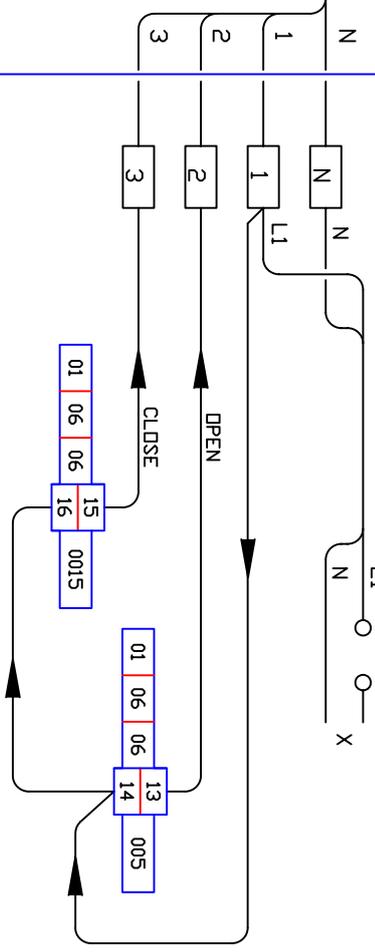
Holcim Ecuador S.A.
Km 7 1/2 Vía a la costa
Casilla: 09-1-04243
Guayaquil, Ecuador

| | | | |
|-----------|---|--------------------------|------------|
| Area: | TRANSP. HASTA CARG. GRANEL/ENSAC.(611) | Código HAC del equipo: | 611-EST-VA |
| Contiene: | COMPUERTA VALVULA ACTUADORA AIRE DESCARGA SILO 1 | Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| | | Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| | | Escala: | 1:1 |
| | | Cód. de Dibujo: | |

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No | 6CX-2P1 |
| DROP: | LOCATION CUARTO ELECT. ENVASE |
| TERMINALS | INPUT CARDS OUTPUT CARDS |

120VAC SUPPLY FROM:

120 VAC SUPPLY FROM
CB No: X
L1



| | |
|-------------|-----------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREGAGA | DIC. 2004 |
| Diseño: | DIC. 2004 |
| Aprobó: | DIC. 2004 |
| Modif. por: | DIC. 2004 |
| Verif. por: | DIC. 2004 |

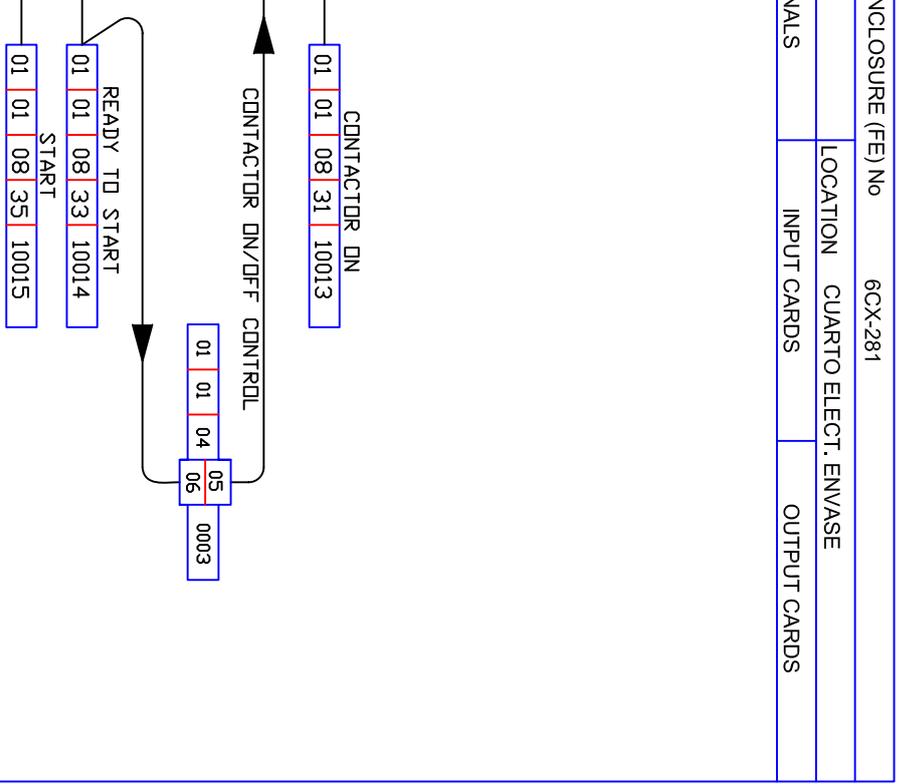
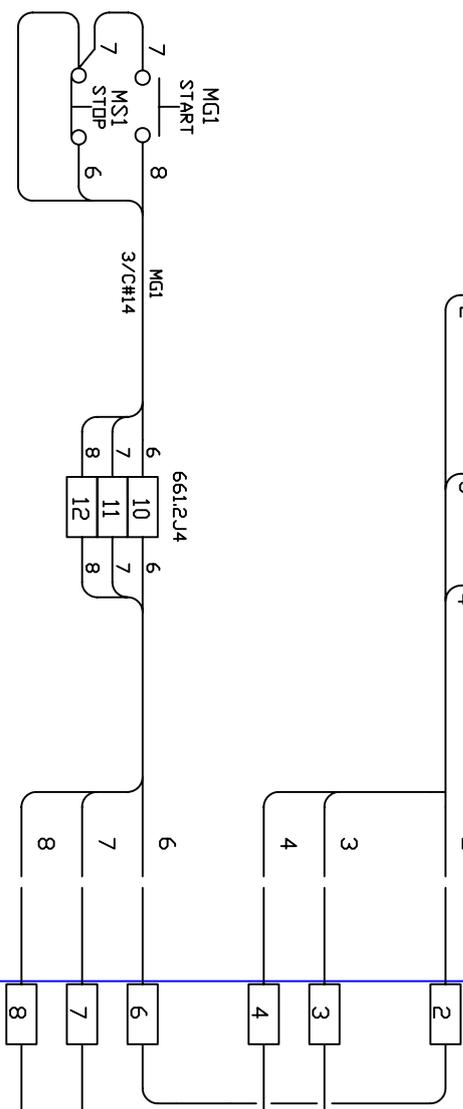
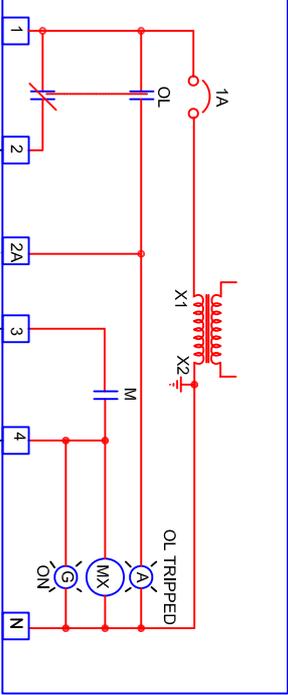
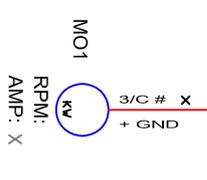
Holcim Ecuador S.A.
Km 7 1/2 Vía a la costa
Casilla: 09-1-04243
Guayaquil, Ecuador

| | |
|---|------------------------------|
| Area: | Contiene: |
| TRANSP. HASTA CARG. GRANEL/ENSAC.(613) | VALVULA MODULANTE BECK SILOS |

| | |
|--------------------------|-------------|
| Código HAC del equipo: | 613-EST-VCT |
| Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| Escala: | 1:1 |
| Cód. de Dibujo: | |

MOTOR CONTROL CENTER

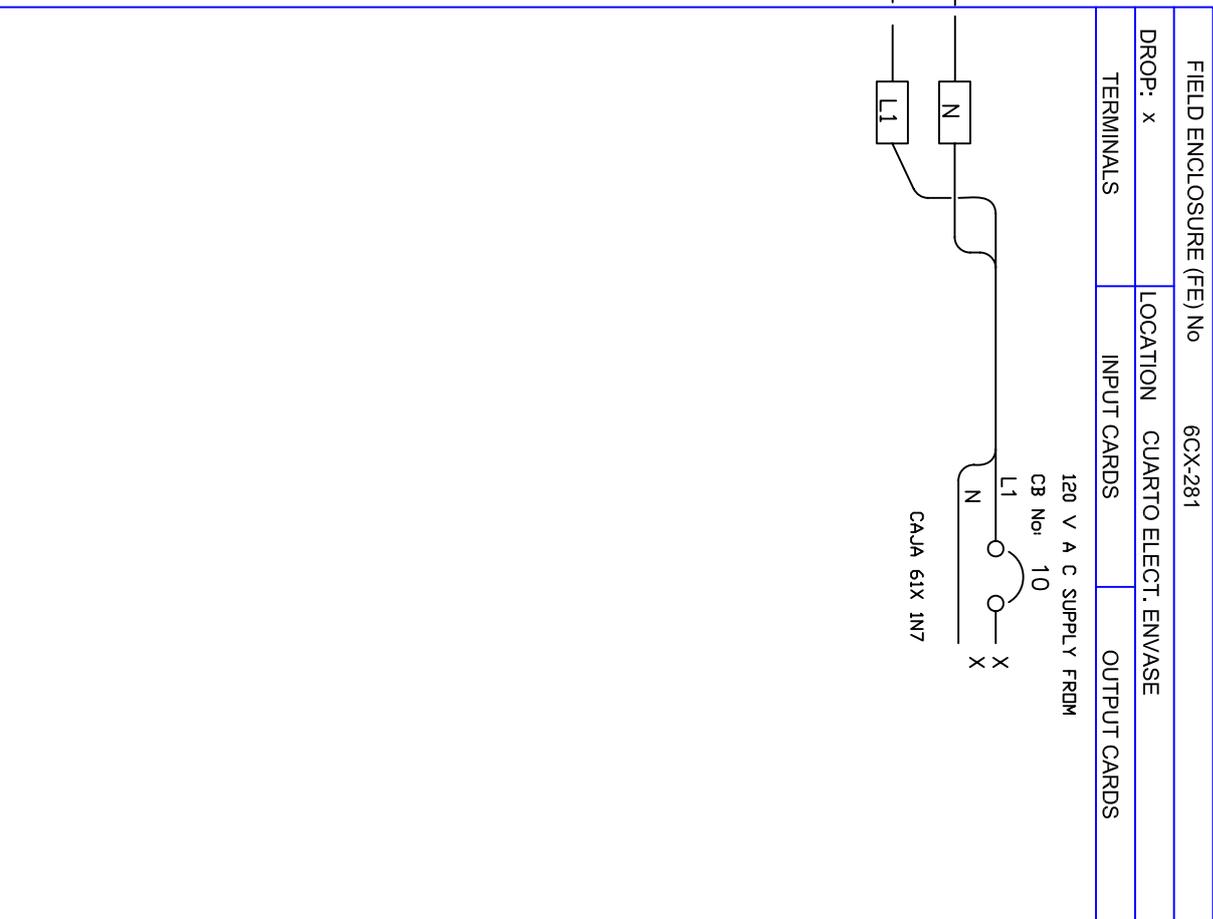
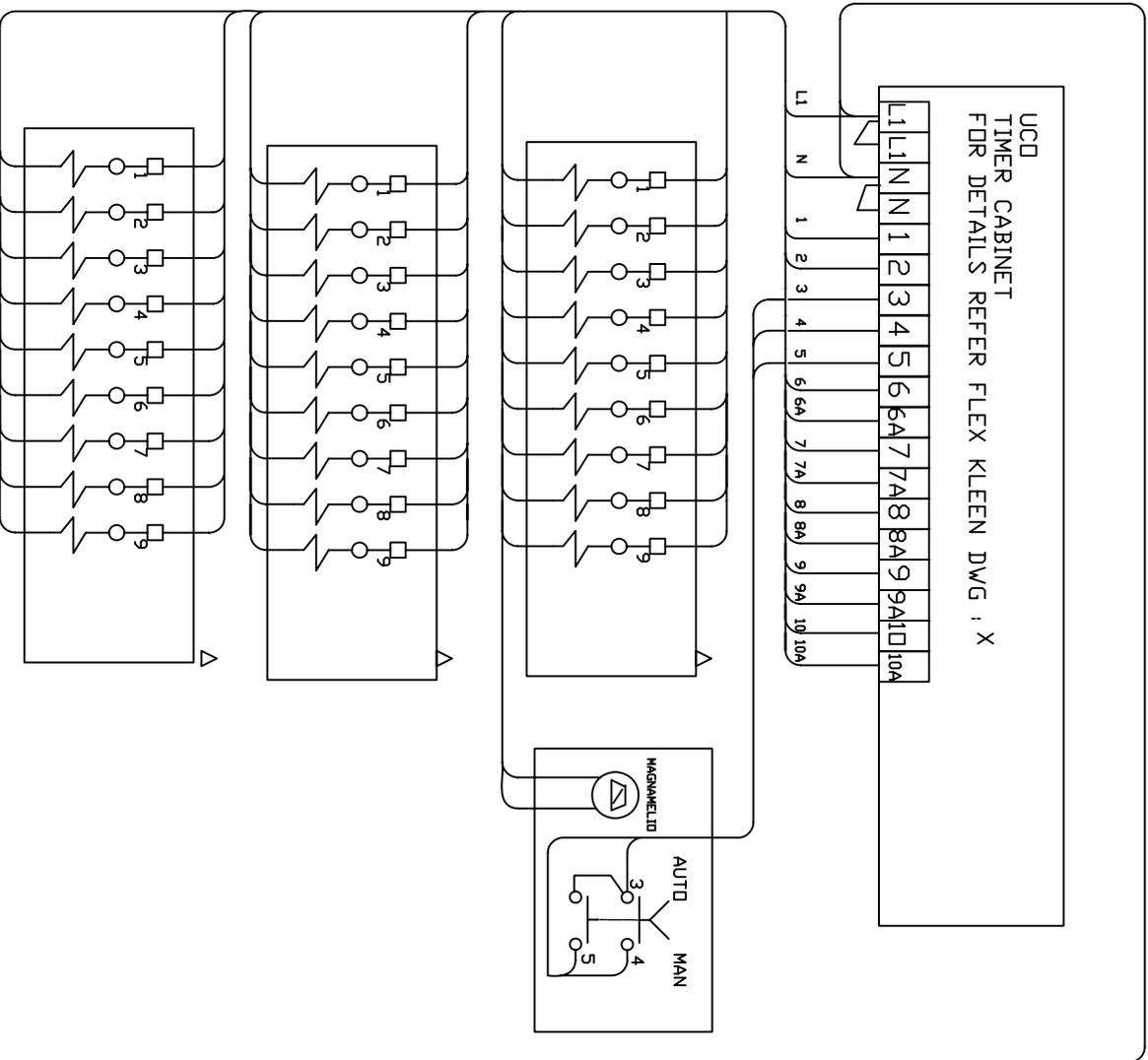
TAG N: [6] P [X] [1] M [1]
 STARTER TAG N: [] [] [] [] M [O] [1]
 SECTION N: [A] [0] [9] [E] []



| | | | |
|-------------------------|-------------|---------------|--------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No | 6CX-281 | | |
| DROP: x | LOCATION | CUARTO ELECT. | ENVASE |
| TERMINALS | INPUT CARDS | OUTPUT CARDS | |

| | |
|-------------|-----------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREGAGA | DIC. 2004 |
| Diseño: | DIC. 2004 |
| Aprobó: | DIC. 2004 |
| Modif. por: | DIC. 2004 |
| Verif. por: | DIC. 2004 |

| | |
|--------------------------|----------------------------|
| Area: | ENSACADO Y ENSACADORA. 661 |
| Contiene: | CRIVA VIBRATORIA MAQUINA1. |
| Código HAC del equipo: | 662-CV1 |
| Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| Escala: | 1:1 |
| Cód. de Dibujo: | CB-XXXXXXXXXX-X-XXX-X |

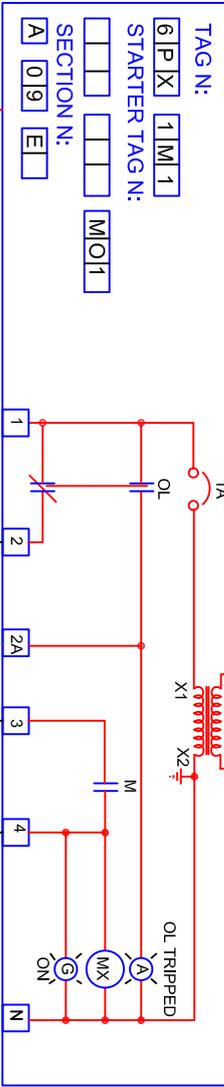


| | |
|-------------|-----------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREGAGA | DIC. 2004 |
| Diseño: | DIC. 2004 |
| Aprobó: | DIC. 2004 |
| Modif. por: | DIC. 2004 |
| Verif. por: | DIC. 2004 |

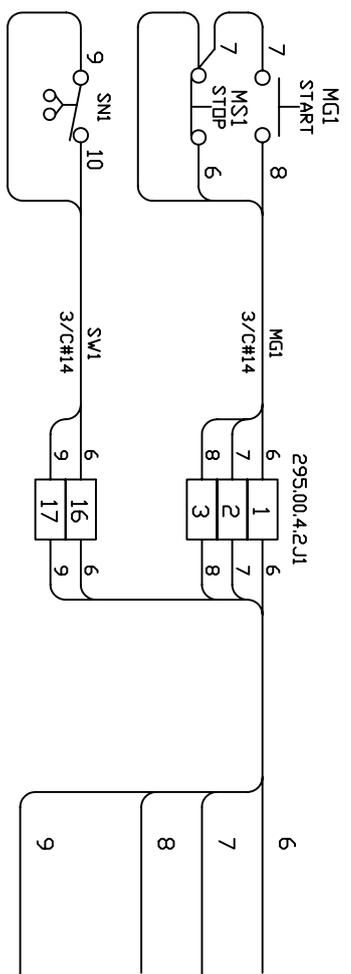
Holcim Ecuador S.A.
Km 7 1/2 Vía a la costa
Casilla: 09-1-04243
Guayaquil, Ecuador

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Area: | Código HAC del equipo: |
| ENSACADO Y ENSACADORA. 661 | 661-FT1 |
| Contiene: | Código SAP del equipo: |
| COLECTOR DE POLVO | XXXXXXXXXX |
| | Código SAP del repuesto: |
| | XXXXXXXXXX |
| | Escala: 1:1 |
| | Cód. de Dibujo: |
| | CB-XXXXXXXXXX-X-X-X-X |

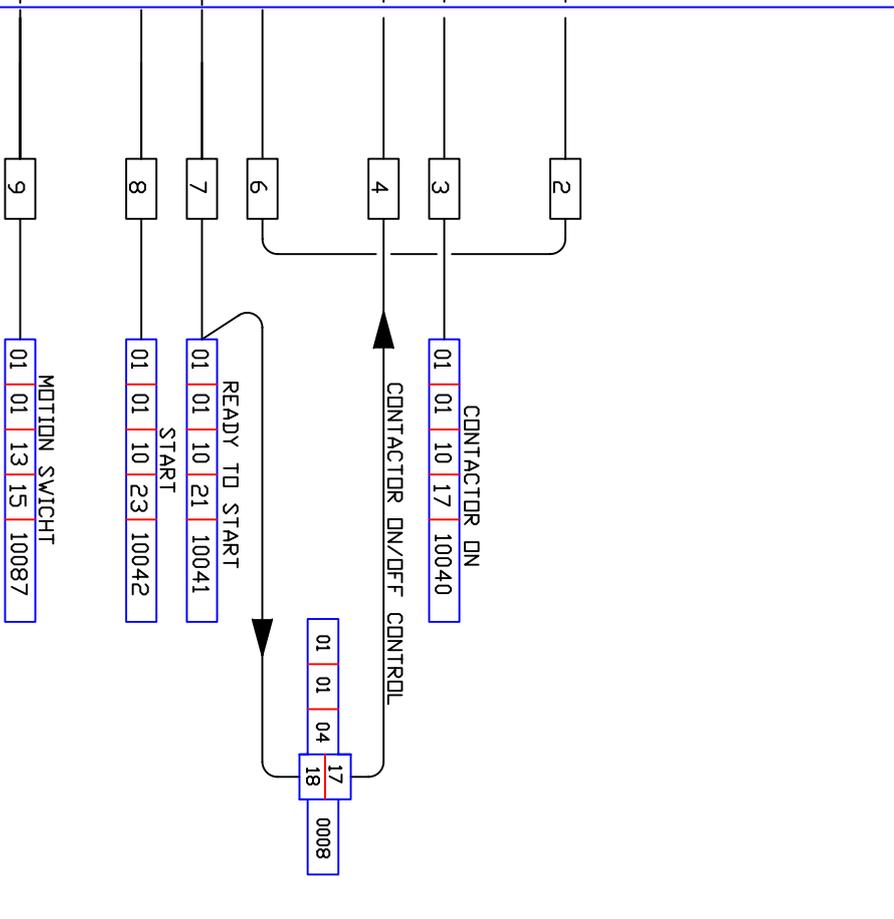
MOTOR CONTROL CENTER



MO1
 RPM: []
 AMP: X



| | | | |
|-------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No | 6CX-281 | | |
| DROP: x | LOCATION | CUARTO ELECT. ENVASE | |
| TERMINALS | INPUT CARDS | | OUTPUT CARDS |

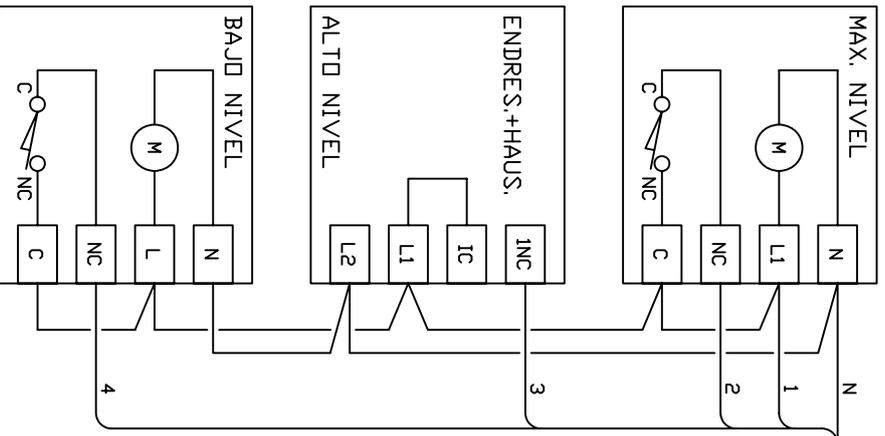
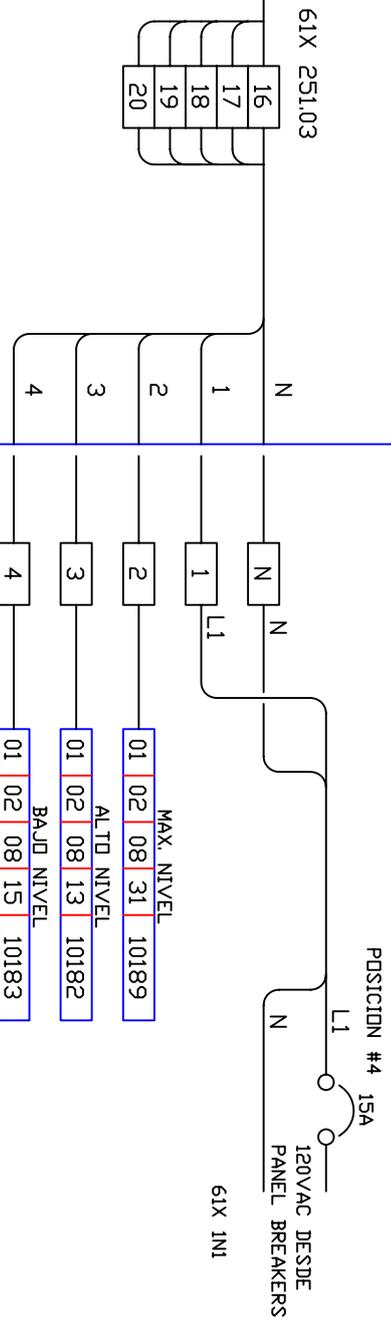


| | |
|-------------|-----------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREGAGA | DIC. 2004 |
| Diseño: | DIC. 2004 |
| Aprobó: | DIC. 2004 |
| Modif. por: | DIC. 2004 |
| Verif. por: | DIC. 2004 |

Holcim Ecuador S.A.
 Km 7 1/2 Vía a la costa
 Casilla: 09-1-04243
 Guayaquil, Ecuador

| | | | |
|-----------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Area: | ENSACADO Y ENSACADORA. 661 | Código HAC del equipo: | 661-GU1 |
| Contiene: | GUSANO RECIRCULACION MAQUINA1. | Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| | | Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| | | Escala: | 1:1 |
| | | Cod. de Dibujo: | CB-XXXXXXXXXX-X-XX-X |

| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No 6CX-2P1 | | |
| DROP: x | LOCATION CUARTO ELECT. ENVASE | |
| TERMINALS | INPUT CARDS | OUTPUT CARDS |



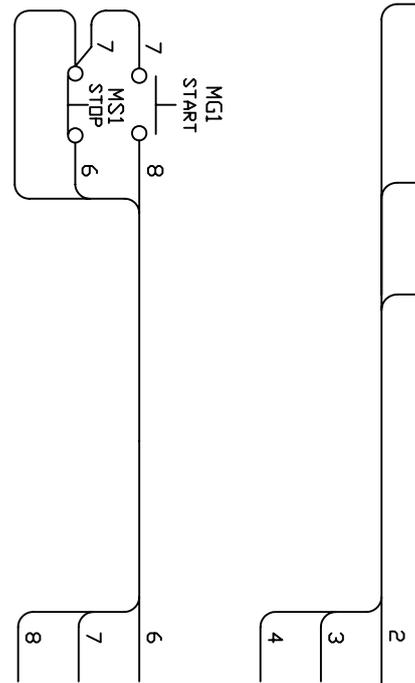
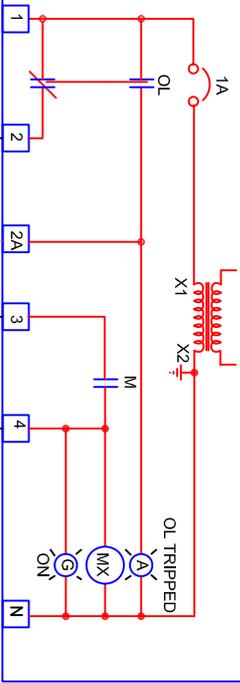
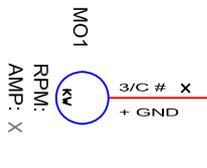
| | |
|-------------|----------|
| Nombre | Fecha |
| Dibujó: | DIC.2004 |
| Diseño: | DIC.2004 |
| Aprobó: | DIC.2004 |
| Modif. por: | DIC.2004 |
| Verif. por: | DIC.2004 |

Holcim Ecuador S.A.
Km 7 1/2 Vía a la costa
Castilla: 09-1-04243
Guayaquil, Ecuador

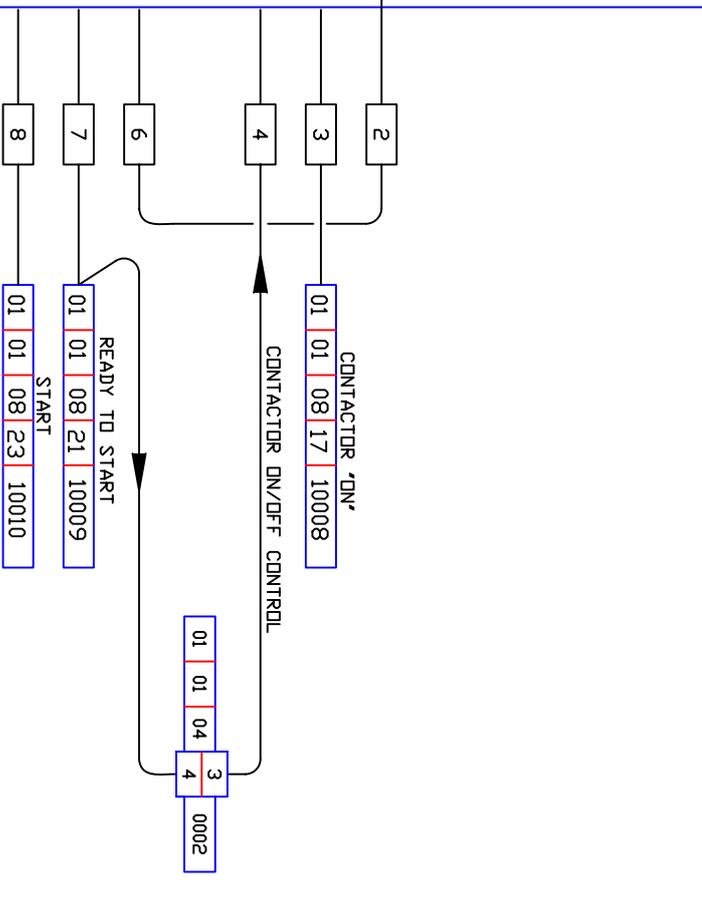
| | | | |
|-----------|--|--------------------------|----------------------|
| Area: | ENSACADO Y ENSACADORA 661 | Código HAC del equipo: | 661-TL1 |
| Contiene: | SENSORES DE NIVEL TOLVA DE ALIMENTACION | Código SAP del equipo: | xxxxxxxxxx |
| | | Código SAP del repuesto: | xxxxxxxxxx |
| | | Escala: | 1:1 |
| | | Cód. de Dibujo: | CB-XXXXXXXX-X-X-XX-X |

MOTOR CONTROL CENTER

TAG N: [6] P [X] [1] M [1]
 STARTER TAG N: [] [] [] [] M [O] [1]
 SECTION N: [A] [0] [9] [E] []



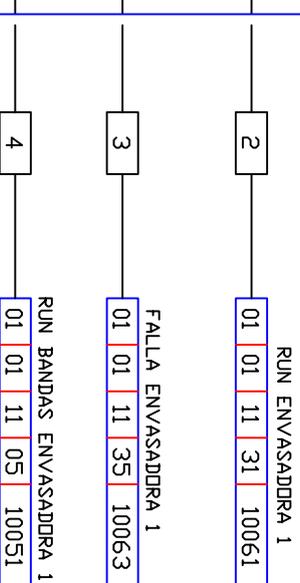
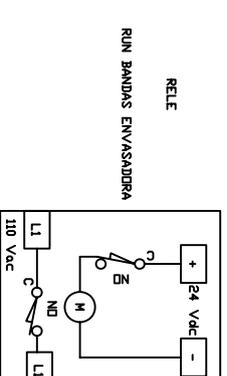
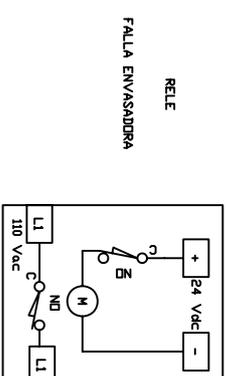
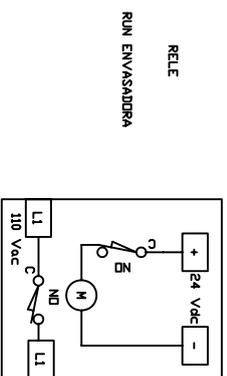
| | | |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No | 6CX-281 | |
| DROP: x | LOCATION | CUARTO ELECT. ENVASE |
| TERMINALS | INPUT CARDS | OUTPUT CARDS |



| | |
|-------------|----------|
| Nombre | Fecha |
| M. ARREGAGA | DIC.2004 |
| Diseño: | DIC.2004 |
| Aprobó: | DIC.2004 |
| Modif. por: | DIC.2004 |
| Verif. por: | DIC.2004 |

| | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Area: | ENSACADO Y ENSACADORA. 661 |
| Contiene: | VENTILADOR EXTRACTOR MAQUINA1. |
| Código HAC del equipo: | 661-VE1 |
| Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| Escala: | 1:1 |
| Cód. de Dibujo: | CB-XXXXXXXXXX-X-X-XX-X |

| | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------|
| FIELD ENCLOSURE (FE) No 6CX-2P1 | | |
| DROP: 01 | LOCATION CUARTO ELECT. ENVASE | |
| TERMINALS | INPUT CARDS | OUTPUT CARDS |



| | | | |
|-------------|-------------|-------|----------|
| Nombre | M. ARREGAGA | Fecha | DIC.2004 |
| Dibujó: | | | |
| Diseño: | V.T. | | |
| Aprobó: | ROMANSEL | | |
| Modif. por: | D.TORRES | | |
| Verif. por: | | | |

Holcim Ecuador S.A.
Km 7 1/2 Vía a la costa
Castilla: 09-1-04243
Guayaquil, Ecuador

| | | | |
|-----------|--|--------------------------|-----------------------|
| Area: | CARGA EN SACCO.(691) | Código HAC del equipo: | 671_PZ1 |
| Contiene: | SENALES ENVIADAS DESDE LA ENVASADORA HACIA MODICOM | Código SAP del equipo: | XXXXXXXXXX |
| | | Código SAP del repuesto: | XXXXXXXXXX |
| | | Escala: | 1:1 |
| | | Cód. de Dibujo: | CB-XXXXXXXXXX-X-XXX-X |

ANEXO C

Datos técnicos de tarjetas del PLC

☐ Módulo de la CPU de Quantum (140 CPU 434 12)

Información general

A continuación se ofrece información sobre el módulo controlador 140 CPU 434 12 - CPU 2M, 1xModbus Plus, programa Max IEC (requiere Exec de IEC exclusivamente). 896 k.

Esquema del módulo de la CPU

La siguiente figura muestra el módulo de la CPU y sus componentes.

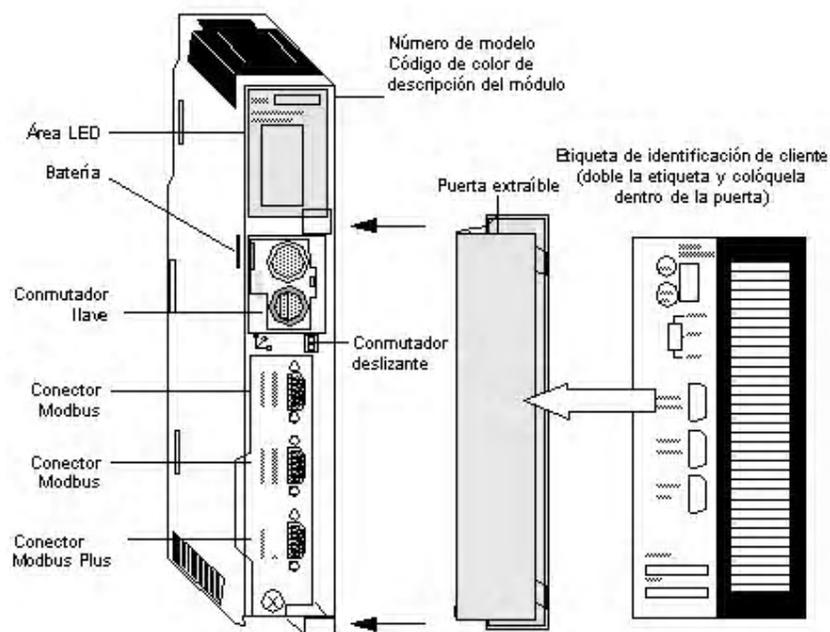


Tabla de características

En la siguiente tabla se muestran las características del módulo CONTROLADOR CPU 434 12.

| | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------|----------------------------|
| Lógica de aplicación/Capacidad de referencia | Ladder Logic 984 64 k palabras máximo de * 57.766 registros 4XX. Sólo si: 0XXX = 16, 1XXX = 16 y 3XXX = 16 | Registro binario 64 k | Registro 57 k * | Registro extendido 96 k |
| Capacidad de referencia | 64 k - cualquier combinación | | | |
| Registro binario | 64 k - cualquier combinación | | | |
| E/S locales (bastidor principal) | 64 de entrada y 64 de salida * | | | |
| Máximo de palabras de E/S | 64 de entrada y 64 de salida * | | | |
| Cantidad máxima de bastidores de E/S | 1 | | | |
| E/S remotas | 64 de entrada y 64 de salida * | | | |
| Máximo de palabras de E/S por estación | 64 de entrada y 64 de salida * | | | |
| Cantidad máxima de estaciones remotas | 31 | | | |

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
| E/S distribuidas | | |
| Cantidad máxima de redes por sistema | 3 ** | |
| Máximo de palabras por red (para cada estación DIO existe un mínimo de entrada de palabras de media). | 500 de entrada y 500 de salida | |
| Máximo de palabras por participante | 30 de entrada y 32 de salida | |
| Cantidad máxima de interfaces del módulo opcional | Admite hasta seis módulos de red (Modbus Plus, Ethernet y módulos opcionales de movimiento de ejes múltiples) utilizando la técnica de interfase de módulo opcional (véase Técnicas de interfase de red Quantum). | |
| Temporizador Watchdog | Nota: Sólo puede haber dos módulos que funcionen de forma completa, incluyendo el apoyo DIO de Quantum. 250 ms (ajustable mediante software) | |
| Tiempo de ciclo lógico | 0,1 ms / k a 0,5 ms / k | |
| Batería | 3 V, de litio | |
| Vida útil | 1.200 mAh | |
| Duración en condiciones de almacenamiento | 10 años con una pérdida de capacidad del 0,5% al año | |
| Corriente de carga de la batería cuando se encuentra apagado | | |
| Habitual | 7 micro A | |
| Máximo | 210 micro A | |
| Comunicación | | |
| Modbus (RS-232) | 2 puertos serie (D-shell de 9 pins) | |
| Modbus Plus (RS-485) | 1 puerto de red (D-shell de 9 pins) | |
| General | | |
| Diagnósticos | Conexión | Tiempo de ejecución |
| | RAM | RAM |
| | Dirección RAM | Dirección RAM |
| | Suma de chequeado de ejecutivos | Suma de chequeado de ejecutivos |
| | Verificación de lógica de aplicación | Verificación de lógica de aplicación |
| | Procesador | |
| Corriente de bus requerida | 1,8 A | |
| Reloj TOD | +/- 8,0 segundos/día 0... 60°C | |
| Temperatura de funcionamiento | 0 ... 60°C | |

* Esta información puede ser una combinación de E/S binarias o de registros. Para cada palabra configurada de las E/S de registros, se debe sustraer una palabra de E/S del total disponible. Esto mismo ha de aplicarse a cada bloque de 8 ó 16 bits de E/S binarias configuradas: se debe sustraer del total disponible una palabra de las E/S de registros.

** Requiere la utilización de dos módulos opcionales 140 NOM 21x 00.

Esquema de las señalizaciones luminosas

En la siguiente figura se muestran las señalizaciones luminosas.

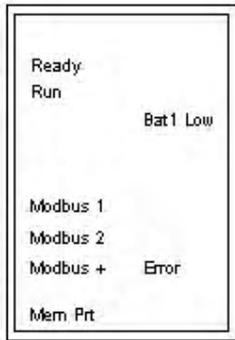


Tabla de descripciones de los LED

En la siguiente tabla se muestran las descripciones de los LED de la CPU.

| LED | Color | Indicación cuando está encendido |
|----------|-------|---|
| Ready | Verde | La CPU ha pasado los diagnósticos de conexión. |
| Run | Verde | La CPU se ha iniciado y se encuentra resolviendo la lógica. |
| Bat Low | Rojo | No hay batería o es necesario cambiar la existente. |
| Modbus 1 | Verde | Las comunicaciones en el puerto Modbus 1 están activas. |
| Modbus 2 | Verde | Las comunicaciones en el puerto Modbus 2 están activas. |
| Modbus + | Verde | Las comunicaciones en el puerto Modbus Plus están activas. |
| Error | Rojo | Indica un error de comunicaciones en el puerto Modbus Plus. |
| Mem Prt | Ámbar | La memoria está protegida contra escritura (el conmutador de protección de la memoria está activado). |

Tabla de códigos de error de los LED

En la siguiente tabla se muestran los códigos de error del LED Run para el módulo 140 CPU 424 12.

| Número de parpadeos | Código | Error |
|---------------------|--------|---|
| Continuo | 0000 | modalidad de núcleo solicitada |
| 2 | 80B | error de ram durante el cálculo del alcance |
| | 80C | fallo del run de salida activo |
| | 82E | error de stack en la rutina de procesamiento del comando MB |
| 3 | 769 | traspaso de bus recibido |
| | 72A | no hay asic de Master en la CPU |
| | 72B | escritura de config. del Master inválida |
| | 72C | fallo de escritura del DPM de bus Quantum |
| | 72F | test de bucle de prueba asic del PLC |
| | 730 | BAD_DATA asic PLC |
| 4 | 604 | error de timeout UPI |

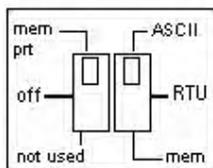
| | | |
|---|------|--|
| | 605 | código operacional de respuesta UPI inválido |
| | 606 | error de diagnóstico de bus UPI |
| | 607 | desborde de búfer cmd modbus |
| | 608 | la longitud cmd modbus es cero |
| | 609 | error de comando de aborto modbus |
| | 614 | error de interfase de bus mbp |
| | 615 | código operacional de respuesta mbp inválido |
| | 616 | timeout en espera por mbp |
| | 617 | mbp fuera de sincronización |
| | 618 | ruta de acceso mbp inválida |
| | 619 | página 0 sin párrafo alineado |
| | 61E | hardware uart externo inválido |
| | 61F | interrupción de uart externo inválida |
| | 620 | estado de comunicación de recepción inválido |
| | 621 | estado de comunicación de transmisión inválido |
| | 622 | estado de comunicación inválido trn_asc |
| | 623 | estado de comunicación inválido trn_rtu |
| | 624 | estado de comunicación inválido rcv_rtu |
| | 625 | estado de comunicación inválido rcv_asc |
| | 626 | estado modbus inválido tmr0_evt |
| | 627 | estado modbus inválido trn-int |
| | 628 | estado modbus inválido rcv-int |
| | 631 | interrupción inválida |
| 5 | 503 | error de prueba de dirección ram |
| | 52D | P.O.S.T BAD MPU ERROR |
| 6 | 402 | error de prueba de datos ram |
| 7 | 300 | EXEC no cargado |
| | 301 | suma de chequeado EXEC |
| 8 | 8001 | error de suma de chequeado de PROM Kernal |
| | 8002 | error de prog / eliminación de flash |
| | 8003 | retorno de ejecutivo inesperado |

Conmutadores del panel frontal

En la parte frontal de la CPU están ubicados los conmutadores deslizantes de dos o tres posiciones. El conmutador izquierdo se utiliza para proteger la memoria cuando está en la posición superior y para desactivar la protección de memoria en las posiciones media e inferior. El conmutador deslizante de tres posiciones situado a la derecha se utiliza para seleccionar los ajustes de los parámetros de comunicación para los puertos Modbus (RS-232).

Esquema de los conmutadores del panel frontal

El siguiente esquema muestra las tres opciones disponibles para el módulo 140 CPU 424 12.



Conmutadores del panel trasero

En el panel trasero de la CPU se encuentran ubicados dos conmutadores rotativos (véanse la ilustración y la tabla siguientes). Se utilizan para ajustar el participante Modbus Plus y las direcciones de los puertos Modbus.

Nota: La dirección más alta que se puede establecer con estos conmutadores es 64.

SW1 (conmutador superior) establece el dígito superior (decenas) de la dirección; SW2 (conmutador inferior) establece el dígito inferior (unidades) de la dirección. En la siguiente ilustración se muestra el ajuste adecuado para una dirección de ejemplo de 11.

Figura de los conmutadores SW1 y SW2

En la siguiente figura se muestran los ajustes de SW1 y SW2.

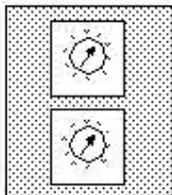


Tabla de ajustes de dirección de SW1 y SW2

En la siguiente tabla se muestran los ajustes de dirección de SW1 y SW2.

| Dirección del participante | SW1 | SW2 |
|----------------------------|-----|---------|
| 1 ... 9 | 0 | 1 ... 9 |
| 10 ... 19 | 1 | 0 ... 9 |
| 20 ... 29 | 2 | 0 ... 9 |
| 30 ... 39 | 3 | 0 ... 9 |
| 40 ... 49 | 4 | 0 ... 9 |
| 50 ... 59 | 5 | 0 ... 9 |
| 60 ... 64 | 6 | 0 ... 4 |

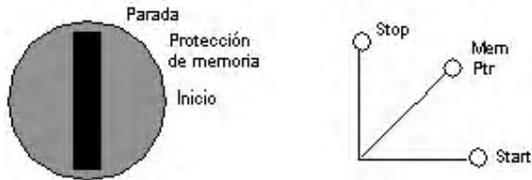
Nota: Si se selecciona "0" o una dirección superior a 64, el LED Modbus + se mantendrá "encendido" de modo fijo para indicar la selección de una dirección inválida.

Conmutador llave

El conmutador llave se utiliza para proteger la memoria frente a cambios de programación mientras el controlador se encuentra funcionando.

Esquema del conmutador llave

En la siguiente figura se muestra el conmutador llave.



Nota: Las posiciones del conmutador llave que se ven junto al conmutador (arriba) sirven sólo como referencia y aparecen marcadas en el módulo tal y como se indica a la derecha.

Tabla de descripción del conmutador llave

La siguiente tabla muestra la información sobre el conmutador llave.

| Posición del conmutador llave | Estado del PLC | Memoria protegida frente a cambios del programador | se aceptará la parada o el inicio del programador | Transición del conmutador llave |
|-------------------------------|---|--|---|--|
| Parada | El PLC se detiene y bloquea los cambios del programador | Sí | No | Desde el inicio o desde la protección de memoria: detiene el PLC si está en marcha y bloquea los cambios del programador |
| Protección de memoria | Los cambios del programador se bloquean, ya esté el PLC detenido o en marcha | Sí | No | Desde la parada o el inicio: previene los cambios del programador; el estado de ejecución del PLC no se modifica |
| Inicio | El programador puede realizar cambios e iniciar/detener el PLC, independientemente de si éste se encuentra detenido o en marcha | No | Sí | Desde la parada: Habilita los cambios del programador; inicia el controlador Desde la protección de memoria: Habilita los cambios del programador; inicia el controlador si está detenido |

Tabla de parámetros del puerto de comunicación ASCII

Al ajustar el conmutador deslizante en la posición superior se asigna funcionalidad ASCII al puerto; los siguientes parámetros de comunicación están establecidos y no se pueden modificar.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros del puerto de comunicación ASCII.

Parámetros del puerto de comunicación ASCII

| | |
|---------------|-------|
| Baudios | 2,400 |
| Paridad | Par |
| Bits de datos | 7 |

| | |
|---------------------|--|
| Bits de parada | 1 |
| Dirección de equipo | Ajuste del conmutador rotativo del panel trasero |

Nota: El hardware de la CPU tiene predeterminada la modalidad bridge cuando el conmutador del panel frontal tiene establecida la modalidad RTU. Al conectar en red los controladores, un equipo del panel ,conectado al puerto Modbus de la CPU, se puede comunicar con el controlador al que se encuentra conectado, así como conectarse a cualquier participante de la red Modbus Plus.

Parámetros del puerto de comunicación de la RTU

Al ajustar el conmutador deslizante en la posición media, se asigna al puerto la funcionalidad de la unidad de terminal remota (remote terminal unit o RTU); los siguientes parámetros de comunicación están establecidos y no se pueden modificar.

Tabla de los parámetros del puerto de comunicación de la RTU

En la siguiente tabla se muestran los parámetros del puerto de comunicación de la RTU.

Parámetros del puerto de comunicación de la RTU

| | |
|---------------------|--|
| Baudios | 9,600 |
| Paridad | Par |
| Bits de datos | 8 |
| Bits de parada | 1 |
| Dirección de equipo | Ajuste del conmutador rotativo del panel trasero |

Tabla de los parámetros válidos del puerto de comunicación

Al ajustar el conmutador deslizante en la posición inferior, es posible asignar parámetros de comunicación al puerto en el software; los siguientes parámetros son válidos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros válidos del puerto de comunicación.

Parámetros válidos del puerto de comunicación

| | | |
|---------------------|--------------------|-------|
| Baudios | 19,200 | 1,200 |
| | 9,600 | 600 |
| | 7,200 | 300 |
| | 4,800 | 150 |
| | 3,600 | 134.5 |
| | 2,400 | 110 |
| | 2,000 | 75 |
| | 1,800 | 50 |
| Paridad | Habilitar/Bloquear | |
| | Impar/Par | |
| Bits de datos | 7 / 8 | |
| Bits de parada | 1 / 2 | |
| Dirección de equipo | 1 ... 247 | |

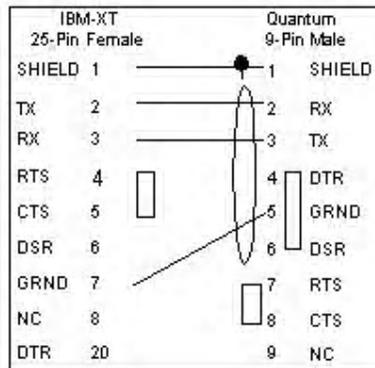
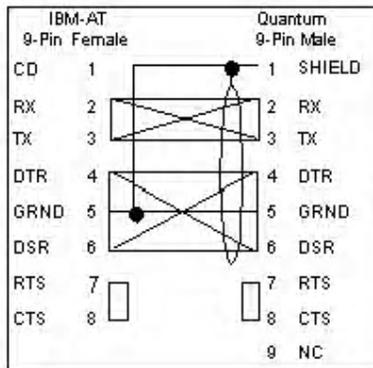
Clavijas del conector Modbus

Todas las CPU de Quantum están equipadas con un conector RS-232C de nueve pins que admite el protocolo de comunicación Modbus propiedad de Modicon. A continuación se muestran las conexiones de las clavijas del puerto Modbus para conexiones de 9 y 25 pins.

Nota: Aunque los puertos Modbus admiten eléctricamente los cables Modbus existentes, se recomienda utilizar un cable de programación Modbus (Nº de referencia 990 NAA 263 20 ó 990 NAA 263 50). Este cable ha sido diseñado para ajustarse por debajo de la puerta de un módulo CPU o NOM de Quantum.

Esquema de las conexiones de las clavijas de los puertos Modbus

En la siguiente figura se muestran las conexiones de las clavijas del puerto Modbus para conexiones de 9 y 25 pins.



☐ Fuente de alimentación sumable de CA de Quantum con 114/230 Vca, 8 A (140 CPS 114 10)

Información general

A continuación, se muestra información acerca de la fuente de alimentación de CA con 115/230 Vca, 8 A.

Figura del módulo de la fuente de alimentación

En la siguiente figura se muestra el módulo de fuente de alimentación y sus componentes.

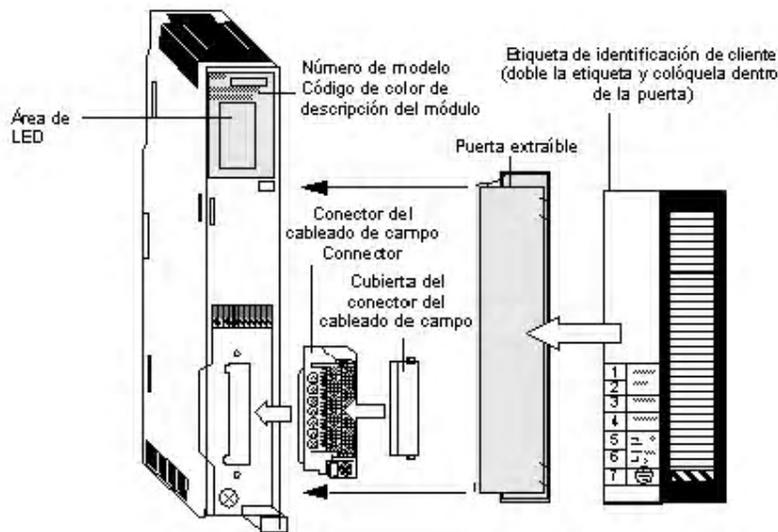


Tabla de especificaciones

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones para la fuente de alimentación de CPS 114 10 PS 115/230 VCA SUMABLE.

| | |
|---|---|
| Requisitos de entrada | |
| Tensión de entrada | 93 ... 138 Vca 170 ... 276 Vca |
| Frecuencia de entrada | 47 ... 63 Hz |
| Distorsión armónica total de la tensión de entrada Inferior al 10% del valor efectivo fundamental | |
| Corriente de entrada | 1,1 A a 115 Vca. 0,6 A a 230 Vca |
| Corriente de irrupción | 38 A a 115 Vca. 19 A a 230 Vca |
| Corriente en VA | 130 VA |
| Interrupción de la potencia de entrada | 1/2 ciclo a plena carga y tensión / frecuencia de línea establecidas al mínimo. No inferior a 1 segundo entre interrupciones. |
| Protección con fusibles (externa) | Se recomienda fusible con retardo de 2,0 A (Nr. de referencia 57-0089-000 o equivalente) |
| Salida a bus | |
| Tensión | 5,1 Vcc |
| Corriente máxima | 8 A a 60 grados C |
| Corriente mínima | Ninguna requerida |
| Protección | Sobre corriente, sobre tensión |

General

Conector de cableado de campo
(incluido)

Potencia de pérdidas interna

Modalidad de funcionamiento

Tira de borneras de 7 puntos (Nr. de referencia 043506326)

$6,0 + 1,5 \times I_{OUT} = \text{vatios}$ (cuando I_{OUT} aparece es en amperios)

Independiente / Sumable

Figura de las señalizaciones luminosas

En la siguiente figura se muestran las señalizaciones luminosas de CPS 114 10.



Tabla de descripciones de los LED

En la siguiente tabla se muestran las descripciones de los LED de CPS 114 10.

| LED | Color | Indicación cuando está encendido |
|--------|-------|----------------------------------|
| Pwr ok | Verde | Se transmite potencia al bus. |

Esquema de cableado

En las siguientes figuras se muestra 140 CPS 114 10.



Nota: Véase [Consideraciones de alimentación y puesta a tierra para sistemas alimentados con CA y CC](#) para obtener instrucciones de potencia y cableado de puesta a tierra e información de funcionamiento.

☐ Módulo de comunicaciones de E/S remotas (RIO) de Quantum (140 CRP 931 00)

Información general

Los módulos de comunicaciones de canal dual y único de E/S remotas se instalan en el mismo bastidor que los módulos de la CPU que controlan el sistema. El módulo de comunicaciones RIO se utiliza para transferir datos de modo bidireccional entre los módulos de la CPU y de la estación RIO instalados en diferentes bastidores. Se utiliza una red de cable coaxial para interconectar el módulo de comunicaciones RIO y uno o varios módulos de estaciones RIO.

Figura del módulo de comunicaciones RIO

En la siguiente figura se muestran las partes del módulo de E/S remotas (RIO).

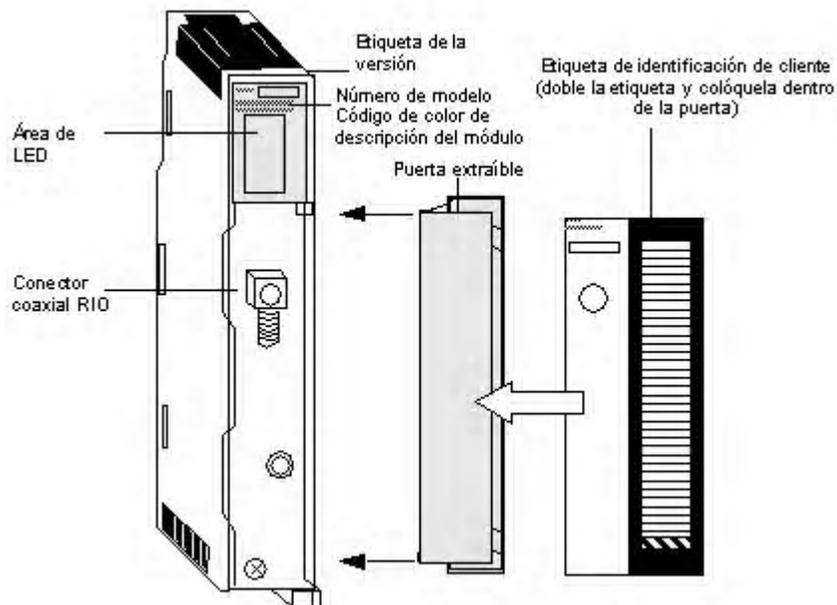


Tabla de especificaciones

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones para los módulos de comunicaciones de canal dual y único de E/S remotas.

| | |
|-----------------------------|---|
| Tipo de estación | Quantum, serie 200, serie 500, serie 800 o SY/MAX (cualquier combinación) |
| Estaciones | 31 máx. |
| Palabras/Estación | 64 de entrada / 64 de salida |
| ASCII | 2 puertos/estación, 32 puertos (16 estaciones) máx. Requiere el uso de AS-P892-000, AS-J892-101/102 o AS-J290-0X0 en las estaciones RIO. |
| Terminación coaxial | 75 ohmios internos |
| Blindaje coaxial | Puesta a tierra del chasis |
| Velocidad de transmisión de | 1,544 mb |

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| datos | | |
| Rango dinámico | 35 dB | |
| Separaciones de potencial | Cable coaxial 500 Vcc conductor central con puesta a tierra | |
| Conexiones externas | | |
| Un canal | Un conector hembra tipo "F" con un adaptador de ángulo recto | |
| Dos canales | Dos conectores hembra tipo "F" con un adaptador de ángulo recto | |
| General | | |
| Diagnósticos | Conexión | Conexión y tiempo de ejecución |
| | Control de memoria de puerto dual | Suma de chequeado Executive |
| | Control del controlador LAN | Dirección/datos de la RAM |
| Número máximo de CPR admitidos por el controlador | 1 | |
| Corriente de bus requerida (habitual) | Canal único: 600 mA | |
| | Canal dual: 750 mA | |
| Potencia de pérdidas (habitual) | Canal único: 3 W | |
| | Canal dual: 3,8 W | |

AVISO



Cumplimiento de las normas de conectividad

Para mantener el cumplimiento CE con la Directiva europea sobre compatibilidad electromagnética (89/336/CEE), el módulo de comunicaciones RIO se debe conectar utilizando un cable de blindaje cuádruple (véase Remote I/O Cable System Planning and Installation Guide, 890 USE 101 00, V2.0).

Si no se respetan estas precauciones pueden producirse daños corporales y/o materiales

Figura de las señalizaciones luminosas

En la siguiente figura se muestran las señalizaciones luminosas del módulo de comunicaciones RIO.

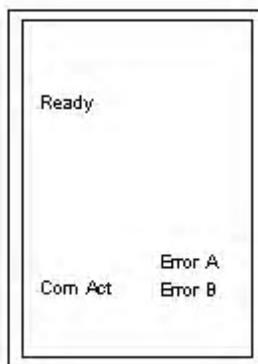


Tabla de descripciones de los LED

En la siguiente tabla se muestran las descripciones de los LED para el módulo de comunicaciones RIO.

| LED | Color | Indicación cuando se encuentra encendido |
|---------|-------|---|
| Ready | Verde | El módulo ha pasado los diagnósticos de conexión. |
| Com Act | Verde | El módulo se está comunicando en la red RIO (véanse en la siguiente tabla los códigos de error de los LED). |
| Error A | Rojo | Existe una pérdida de comunicación del Canal A con una o varias estaciones. |
| Error B | Rojo | Existe una pérdida de comunicación del Canal B con una o varias estaciones (sólo cable dual). |

Tabla de códigos de error

La tabla de códigos de error del LED Com Act parpadeante para el módulo de comunicaciones RIO muestra el número de veces que parpadea este LED para cada tipo de error, así como los códigos de bloqueo fatal posibles para cada uno de ellos (todos los códigos están en hexadecimal).

En la siguiente tabla se muestran los códigos de error del LED Com Act del módulo de comunicaciones RIO.

| Número de parpadeos | Código | Error |
|---------------------|--------|---------------------------------------|
| Lento (fijo) | 0000 | Requested Kernal Mode |
| 2 | 6820 | hcb frame pattern error |
| | 6822 | head cntrl blk diag error |
| | 6823 | mod personality diag error |
| | 682A | fatal start I/O error |
| | 682B | bad read I/O pers request |
| | 682C | bad execute diag request |
| | 6840 | ASCII input xfer state |
| | 6841 | ASCII output xfer state |
| | 6842 | I/O input comm. state |
| | 6843 | I/O output comm. state |
| | 6844 | ASCII abort comm. state |
| | 6845 | ASCII pause comm. state |
| | 6846 | ASCII input comm. state |
| | 6847 | ASCII output comm. state |
| | 6849 | building 10 byte packet |
| | 684A | building 12 byte packet |
| | 684B | building 16 byte packet |
| | 684C | illegal I/O drop number |
| 3 | 6729 | 984 interface bus ack stuck high |
| 4 | 6616 | coax cable initialization error |
| | 6617 | coax cable dma xfer error |
| | 6619 | coax cable dumped data error |
| | 681A | coax cable DRQ line hung |
| | 681C | coax cable DRQ hung |
| 5 | 6503 | ram address test error |
| 6 | 6402 | ram data test error |
| 7 | 6300 | prom checksum error (Exec not loaded) |
| | 6301 | prom checksum error |
| 8 | 8001 | Kernal prom checksum error |
| | 8002 | Flash prog / erase error |

▣ Módulo de canal dual y único de estación RIO (140 CRA 931 00 y 932 00)

Información general

Los módulos de canal dual y único de estación de E/S remotas se utilizan para transferir datos de modo bidireccional a través de una red de cable coaxial entre los módulos de E/S instalados en el mismo bastidor (estación RIO) y el módulo de comunicaciones RIO instalado en el bastidor de la CPU.

Figura del módulo RIO

En la siguiente figura se muestran las partes del módulo de E/S remotas (RIO).

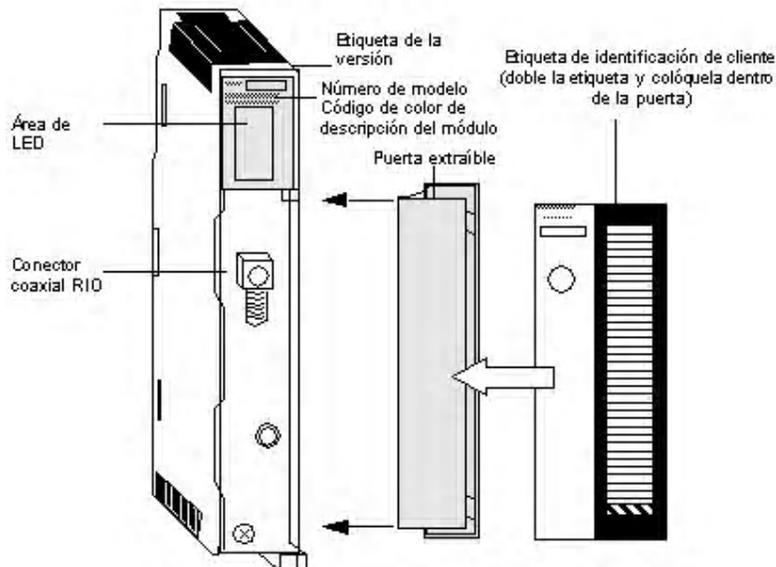


Tabla de especificaciones

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones para los módulos de canal dual y único de estación de E/S remotas.

Especificaciones

| | |
|-----------------------------------|---|
| Tipo de E/S | Quantum |
| Módulos/Estación | 14 máx. |
| Palabras/Estación | 64 de entrada / 64 de salida |
| Terminación coaxial | 75 ohmios internos |
| Blindaje coaxial | Condensador con puesta a tierra |
| Velocidad de transmisión de datos | 1,544 mb |
| Rango dinámico | 35 dB |
| Separaciones de potencial | Cable coaxial 500 Vcc conductor central con puesta a tierra |
| Conexiones externas | |
| Un canal | Un conector hembra tipo "F" con un adaptador de ángulo recto |
| Dos canales | Dos conectores hembra tipo "F" con un adaptador de ángulo recto |

General

Tiempo de vigilancia

Se puede configurar con el software

Nota: En caso de perderse la comunicación con el procesador remoto, es el tiempo durante el cual los módulos de salida retendrán su último estado de funcionamiento. Los datos del módulo de entrada se mantendrán en la CPU que controla el sistema. Tras este lapso de tiempo, los módulos de salida asumirán sus estados de timeout definidos previamente y la CPU establecerá a 0 las entradas.

Diagnósticos

Conexión

Conexión y tiempo de ejecución

Control de memoria de puerto dual

Suma de chequeado Executive

Control del controlador LAN

Dirección/datos de la RAM

Corriente de bus requerida (habitual)

Canal único: 600 mA

Canal dual: 750 mA

Potencia de pérdidas (habitual)

Canal único: 3 W

Canal dual: 3,8 W

AVISO



Cumplimiento de las normas de conexión

Para mantener el cumplimiento CE con la Directiva europea sobre compatibilidad electromagnética (89/336/CEE), el módulo de comunicaciones RIO se debe conectar utilizando un cable de blindaje cuádruple (véase Remote I/O Cable System Planning and Installation Guide, 890 USE 101 00, V2.0).

Si no se respetan estas precauciones pueden producirse daños corporales y/o materiales

Figura de las señalizaciones luminosas

En la siguiente figura se muestran las señalizaciones luminosas del módulo de la estación.

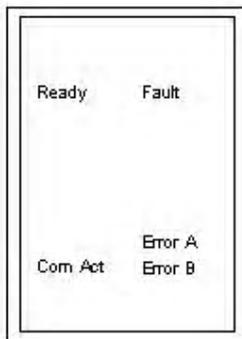


Tabla de descripciones de los LED

En la siguiente tabla se muestran las descripciones de los LED del módulo de estación RIO.

| LED | Color | Indicación cuando se encuentra encendido |
|---------|-------|---|
| Ready | Verde | El módulo ha pasado los diagnósticos de conexión. |
| Com Act | Verde | El módulo se está comunicando en la red RIO (véanse en la siguiente tabla los códigos de error de los LED). |
| Error | Rojo | Imposible la comunicación con uno o varios módulos de E/S. |
| Error A | Rojo | Error de comunicación en el Canal A. |
| Error B | Rojo | Error de comunicación en el Canal B (sólo cable dual). |

Tabla de códigos de error

La tabla de códigos de error del LED Com Act parpadeante para el módulo de estación RIO muestra el número de veces que parpadea este LED para cada tipo de error, así como los códigos de bloqueo fatal posibles para cada uno de ellos (todos los códigos están en hexadecimal).

En la siguiente tabla se muestran los códigos de error del LED Com Act parpadeante para el módulo de estación RIO.

| Número de parpadeos | Código | Descripción del error |
|---------------------|--------|-------------------------------|
| 3 | 6701H | asic test failure |
| 4 | 6601H | power down interrupt |
| | 6602H | 82588 lan chip test error |
| | 6603H | receive abort timeout |
| | 6604H | transmission loop timeout |
| | 6605H | transmission dma error |
| | 6606H | cable a initialization error |
| | 6607H | cable a dma xfer error |
| | 6608H | cable b dma xfer error |
| | 6609H | cable a dumped data error |
| | 660AH | cable a DRQ line hung |
| | 660BH | cable b DRQ line hung |
| | 660CH | cable a or b DRQ hung |
| | 660DH | power-up lan controller error |
| 5 | 6501H | ram address test error |
| 6 | 6401H | ram data test error |
| 7 | 6301H | prom checksum error |

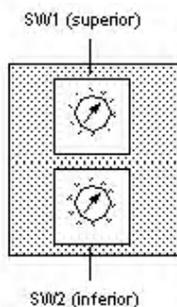
Conmutadores del panel trasero

Existen dos conmutadores rotativos ubicados en el panel trasero de los módulos de estación RIO que se utilizan para establecer las direcciones de estación RIO (véanse la ilustración y tabla siguientes).

SW1 (conmutador superior) establece el dígito superior (decenas); SW2 (conmutador inferior) establece el dígito inferior (unidades). En la siguiente ilustración se muestra el ajuste adecuado para una dirección de ejemplo de 11.

Figura de los conmutadores del panel trasero

En la siguiente figura se muestran los conmutadores SW1 superior y SW2 inferior.



☐ Módulo 2x8 de 115 Vca de E/S de Quantum (140 DAI 543 00)

Información general

El módulo 2x8 de 115 Vca de entrada de CA acepta 115 entradas de Vca.

Tabla de especificaciones

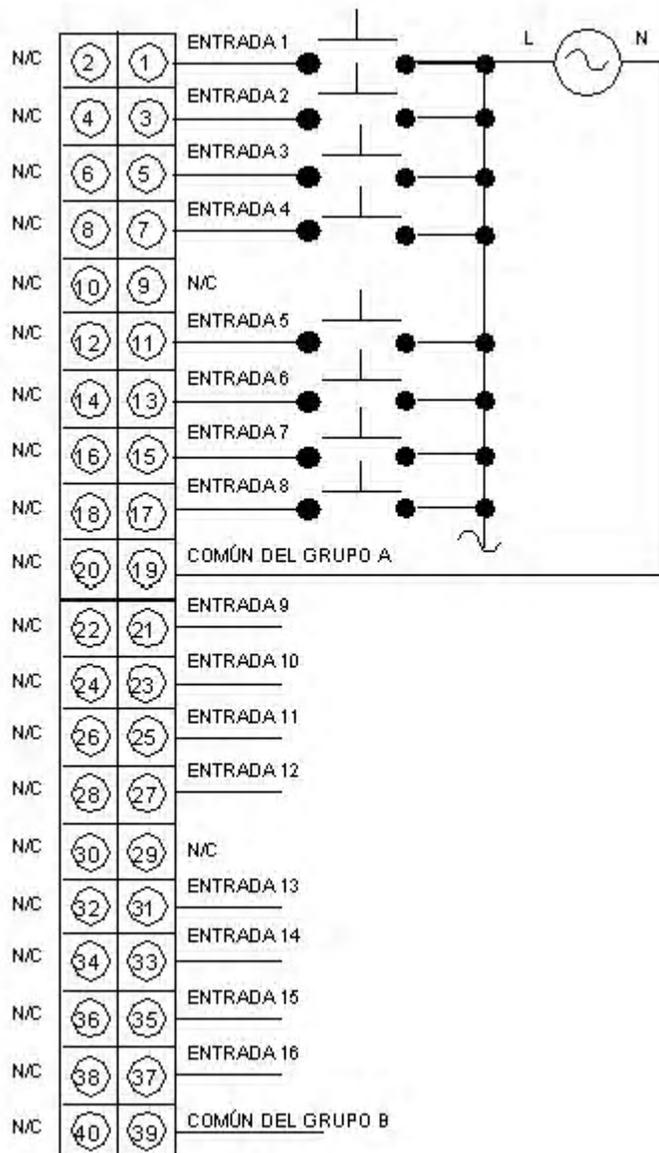
La siguiente tabla muestra las especificaciones para el módulo IN de 115 VCA de entrada de CA.

| | |
|--|--|
| Número de puntos de entrada | 81,28 cm en dos grupos de ocho puntos |
| LED | Active |
| | 1 ... 16 (verde): indica el estado del punto |
| Direccionamiento necesario | 1 palabra de entrada |
| Tensiones de funcionamiento y corrientes de entrada* | |
| Impedancia de entrada habitual de 50 Hz | ENCENDIDO: 85 ... 132 Vca (11,1 mA máx.) APAGADO: 0 ... capacitivo de 20 Vca y 14,4 k ohmios |
| Impedancia de entrada habitual de 60 Hz | ENCENDIDO: 79 ... 132 Vca (13,2 mA máx.) APAGADO: 0 ... capacitivo de 20 Vca y 12 k ohmios |
| * No se puede utilizar fuera del rango 47 ... 63 Hz. La corriente de dispersión máxima permitida desde un equipo externo se reconocerá como una condición de APAGADO-ENCENDIDO. | 2,1 mA |
| Frecuencia de entrada | 47 ... 63 Hz |
| Entrada máxima absoluta | |
| Continua | 132 Vca |
| 10 s | 156 Vca |
| 1 ciclo | 200 Vca |
| 1,3 ms | 276 Vca |
| Respuesta | |
| APAGADO - ENCENDIDO | Mín.: 4,9 ms. Máx.: 0,75 ciclo de línea |
| ENCENDIDO - APAGADO | Mín.: 7,3 ms. Máx.: 12,3 ms |
| Separaciones de potencial | |
| Entrada a entrada | Todas las entradas de un grupo procederán de la misma fase de la tensión de entrada de la línea. |
| Grupo a Grupo | 1780 Vca rms para 1 minuto |
| Entrada a bus | 1780 Vca rms para 1 minuto |
| Detección de errores | Ninguno |
| Corriente de bus requerida | 180 mA |
| Potencia de pérdidas | 5,5 W máx. |
| Potencia externa | No es necesaria para este módulo |
| Protección con fusibles | |
| Interna | Ninguno |
| Externa | A decisión del usuario |

Nota: Las señales de entrada serán sinusoidales con menos del 6% THD y una frecuencia máxima de 63 Hz.

Figura del esquema de cableado

En la siguiente figura se muestra el esquema de cableado de DAI 543 00.



Nota: 1. Todas las entradas de un grupo procederán de la misma fase de la tensión de entrada a la línea. 2. Este módulo no es sensible a la polaridad. 3. N / C = No conectado.

☐ **Módulo de salida relé 16x1 normal abierto de E/S de Quantum (140 DRA 840 00)**

Información general

El módulo de salida relé 16x1 normal abierto se emplea para conmutar una fuente de tensión mediante 16 relés con contactos normalmente abiertos.

Tabla de especificaciones

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones para el módulo SALIDA RELÉ.

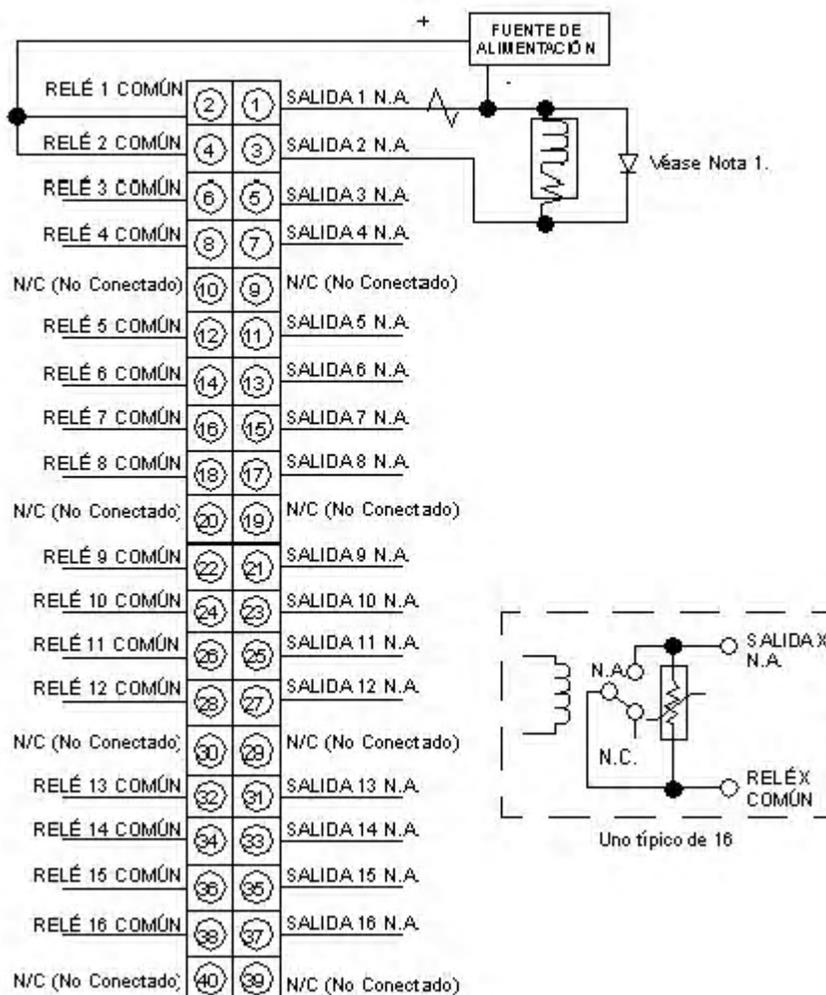
| | |
|--|--|
| Número de puntos de salida | 16 normalmente abiertos |
| LED | Active 1 ... 16 (verde): indica el estado del punto |
| Direccionamiento necesario | 1 palabra de salida |
| Tensión | |
| En marcha | 20 ... 250 Vca 5 ... 30 Vcc 30 ... 150 Vcc (corriente de carga reducida) |
| Corriente máxima de carga | |
| Cada punto | 2 A máx, a 250 Vca o 30 Vcc a 60 grados C en carga resistiva al ambiente |
| | 1 A de carga de lámpara de tungsteno |
| | 1 A a un factor de potencia de 0,4 |
| | 1/8 hp a 125/250 Vca |
| Cada punto (30 ... 150 Vcc) | 300 mA (carga resistiva) |
| | 100 mA (L/R = 10 ms) |
| Corriente mínima de carga | 50 mA Nota: Corriente de carga mínima si el contacto se utiliza con cargas establecidas de 5 ... 30 Vcc o 20 ... 250 Vca |
| Cada punto | 2 A máx, a 250 Vca o 30 Vcc a 60 grados C en carga resistiva al ambiente |
| Corriente de choque máxima | |
| Cada punto | 10 A de carga capacitiva a = 10 ms |
| Función de conmutación | 500 VA de carga resistiva |
| Respuesta | |
| APAGADO - ENCENDIDO | 10 ms máx. |
| ENCENDIDO - APAGADO | 20 ms máx. |
| Dispersión del estado Apagado | < 100 micro A |
| Duración del contacto de relé | |
| Operaciones mecánicas | 10,000,000 |
| Operaciones eléctricas | 200.000 (carga resistiva a tensión y corriente máx) |
| Operaciones eléctricas (30 ... 150 Vcc) (véase más adelante la nota) | 100.000, 300 mA (carga resistiva) |
| | 50.000, 500 mA (carga resistiva) |
| | 100.000, 100 mA (L/R = 10 ms) |
| | 100.000 relé interruptor (Westinghouse Style 606B, Westinghouse type SG, Struthers Dunn 219 x 13 XP) |

| | |
|----------------------------|--|
| Tipo de relé | Forma A |
| Protección de contactos | Varistor, 275 V (interno) |
| Separaciones de potencial | |
| Canal a canal | 1780 Vca rms para un minuto |
| Campo a bus | 1780 Vca rms para un minuto 2500 Vcc para un minuto |
| Corriente de bus requerida | 1100 mA |
| Potencia de pérdidas | $5,5 W + 0,5 \times N$ = vatios (donde N = número de puntos en estado encendido) |
| Potencia externa | No es necesaria para este módulo |
| Protección con fusibles | |
| Interna | Ninguna |
| Externa | A decisión del usuario |

Nota: La duración del contacto de relé para cargas inductivas puede aumentar de manera significativa cuando se emplea una protección de contacto externa como un diodo de bloqueo a través de la carga.

Figura del esquema de cableado

En la siguiente figura se muestra el esquema de cableado de DRA 840 00.



☐ Módulo de entrada analógica de E/S de Quantum (140 ACI 030)

Información general

El módulo unipolar de 8 canales de entrada analógica admite entradas combinadas de tensión y corriente. Incluye los puentes necesarios entre la entrada y los terminales de detector para medir la entrada de corriente.

Tabla de especificaciones

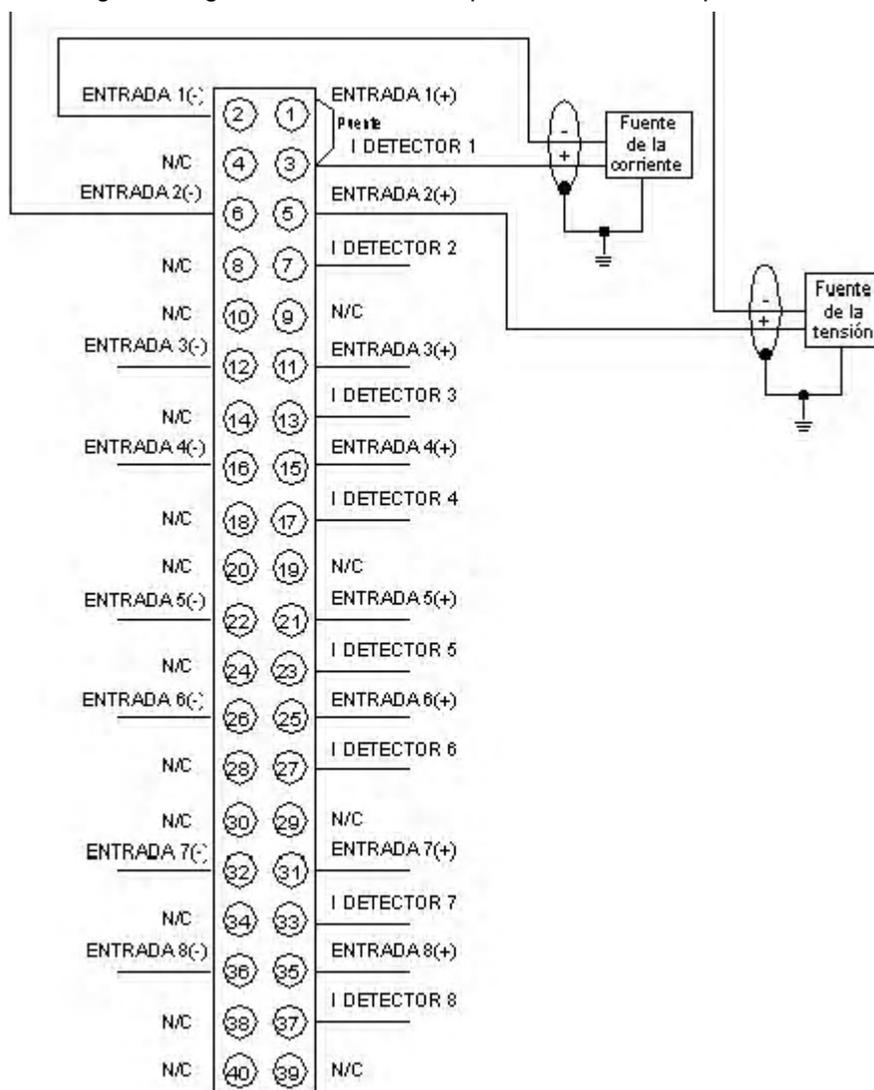
En la siguiente tabla se muestran las especificaciones para el módulo de ENTRADA ANALÓGICA ACI 030.

| | |
|---|---|
| Número de canales | 8 diferenciales |
| Señalizaciones luminosas | Activo F |
| | NOTA: El módulo genera una señal de error F si cualquiera de los canales detecta una condición de conductor interrumpido (4 ... 20 mA únicamente) o de tensión baja (1 ... 5 V únicamente). |
| Direccionamiento necesario | 9 palabras de entrada |
| Tensión de entrada | |
| Rango de medida lineal | 1 ... 5 Vcc |
| Entrada máxima absoluta | 50 Vcc |
| Impedancia de entrada | >20 MW ohmios |
| Entrada de corriente | |
| Rango de medida lineal | 4 ... 20 mA |
| Entrada máxima absoluta | 25 mA |
| Impedancia de entrada | 250 ohmios + 0,03% |
| Resolución | 12 bits |
| Error de precisión a 25 grados C (modo tensión) | Habitual: +/- 0,05% de la escala completa Máximo: +/- 0,1% de la escala completa |
| Linealidad | +/- 0.04% |
| Desviación de precisión con temperatura | Habitual: +/- 0,0025% de la escala completa / grados C Máximo: +/- 0,005% de la escala completa / grados C |
| Rechazo de modalidad común | > -72 dB a 60 Hz |
| Filtro de entrada | Pase bajo de un polo, -3 dB desconexión a 15 Hz, +/- 20% |
| Separaciones de potencial | |
| Canal a bus | 1.000 Vcc, 3.000 Vcc, durante 1 minuto |
| Tensión de funcionamiento | |
| Canal a canal | 30 Vcc máx. |
| Tiempo de actualización | 5 ms para todos los canales |
| Detección de error | Conductor interrumpido (modo 4 ... 20 mA) o rango de tensión baja (1 ... 5 V) |
| Corriente de bus requerida | 240 mA |
| Potencia de pérdidas | 2 W |
| Potencia externa | No es necesaria para este módulo |

Nota: Este módulo no necesita calibración.

Figura del esquema de cableado

En la siguiente figura se muestra el esquema de cableado para el módulo ACI 030.



Nota: 1. El usuario suministra las fuentes de tensión y de corriente (la protección con fusibles corre a cargo del usuario). 2. Se puede utilizar un cable de señal blindado o sin blindar. Los tipos blindados deben tener un blindaje de puesta a tierra cerca del extremo de la fuente de señal. 3. Las entradas no utilizadas pueden activar la señalización luminosa F. Para evitarlo, conecte los canales no utilizados en modo de tensión a un canal que esté en uso. 4. N / C = no conectado.

☐ Módulo de salida analógica de corriente de E/S de Quantum (140 ACO 020 00)

Información general

El módulo de 4 canales de salida analógica de corriente controla la corriente en los bucles de 4 ... 20 mA.

Tabla de especificaciones

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones del módulo.

| | |
|---|---|
| Número de canales | 4 |
| LED | Active F 1 ... 4 (verdes): salidas del módulo activadas 1 ... 4 (rojos): conductor interrumpido en los canales indicados NOTA: Cuando los LED verdes de estado del canal están apagados, la corriente del bucle es de 0 mA. 4 palabras de salida |
| Direccionamiento necesario | |
| Tensión del bucle | 12 ... 30 Vcc. Hasta 60 Vcc con una resistencia de bucle externa. |
| Resistencia del bucle | $R_{MIN} = \frac{V_{LOOP}}{0,02} - 30 V_{cc}$ 0,02 A $R_{MAX} = \frac{V_{LOOP}}{0,02} - 7 V_{cc}$ 0,02 A No se necesita resistencia externa para una fuente de alimentación del bucle de <30 Vcc. * Para una alimentación del bucle inferior a 30 voltio R_{MIN} es cero ohmios. |
| Caída de tensión interna | 7 Vcc mín., 30 Vcc máx. a 20 mA |
| Resolución | 12 bits |
| Error de precisión a 25 grados C | +/- 0,20% a escala completa |
| Linealidad | +/- 1 LSB |
| Desviación de precisión con temperatura | Habitual: 0,004% a escala completa / grados C. Máximo: 0,007% a escala completa / grados C |
| Separaciones de potencial | |
| Canal a canal | 500 Vca a 47 ... 63 Hz o 750 Vcc para 1 minuto |
| Canal a bus | 1.780 Vca a 47 ... 63 Hz o 2.500 Vcc para 1 minuto |
| Tiempo de actualización | 3 ms para todos los canales (actualización simultánea) |
| Duración de ajuste | 900 microsegundos a +/- 0,1% del valor final |
| Detección de errores | Circuito abierto en modalidad 4 ... 20 mA. Se identifica un canal específico cuando se detecta un circuito abierto a través del LED de canal rojo. |
| Corriente de bus requerida | 480 mA |
| Potencia de pérdidas | 5,3 W máx. |
| Fuente de alimentación externa | Véase la tensión del bucle indicada anteriormente |
| Protección con fusibles | |
| Interna | Ninguna |

ADVERTENCIA



Posibles daños personales o materiales.

Antes de retirar el conector, cerciórese de que es seguro tener un cableado de campo en un circuito abierto.

Si no se respetan estas precauciones pueden producirse graves daños corporales y/o materiales.

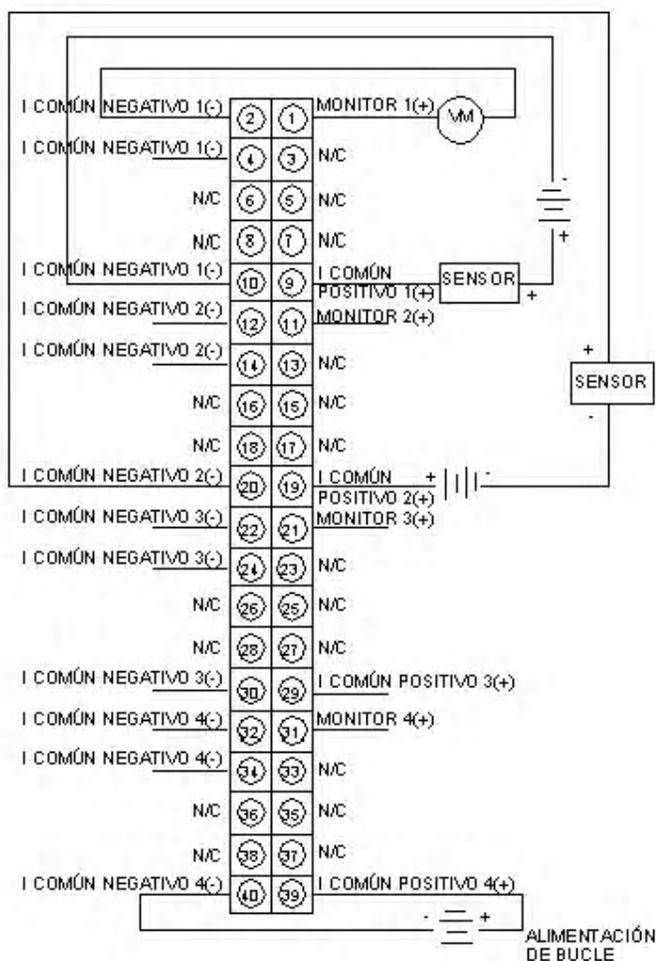
Tabla de especificaciones del monitor del voltímetro

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones del monitor del voltímetro.

| | |
|------------------------|---|
| Rango | 1 ... 5 V (el bucle de corriente principal debe estar activo) |
| Proporción | $V_{OUT} \text{ (voltios)} = I_{LOOP} \text{ (mA)} \times 0,25$ |
| Impedancia de salida | 300 ohmios habitual |
| Longitud del conductor | 1 m máx. |

Figura del esquema de cableado de ACO 020 00

En la siguiente figura se muestra el esquema de cableado para el módulo 140 ACO 020 00.



Nota: Los canales no utilizados indicarán el estado del conductor interrumpido, a no ser que esté conectado a la alimentación del bucle, tal como se muestra en el Canal 4. En este ejemplo, la alimentación del bucle debe ser de 30 V como máximo. 2. VM es un voltímetro opcional que se puede conectar para que lea la tensión proporcional a la corriente. El cableado a este terminal ha de ser de un metro como máximo. 3. El ejemplo de cableado muestra el Canal 1 como común positivo de corriente y el Canal 2 como común negativo de corriente para sus respectivos sensores. 4. N / C = No conectado.

Nota: Durante la conexión, todas las salidas del canal están bloqueadas (corriente = 0). Si se configura cualquier canal como bloqueado, todos los canales se bloquearán cuando se pierda la comunicación.

ANEXO D

Detalle de variables de entradas y salidas

AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE TRANSPORTE DE CEMENTO

ENTRADAS Y SALIDAS ACTUALES DEL SISTEMA

SALIDAS DIGITALES DE CAMPO (110 VAC)

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|------------------|-----------|----------|------|-------|---|
| 1 | M1_RM_661_GU2 | 00001 | Local | 4 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M1_RM_661_VE1 | 00002 | Local | 4 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | M1_RM_661_CV1 | 00003 | Local | 4 | 5-6 | Señal de arranque del motor. |
| 4 | M1_RM_661_EC1 | 00004 | Local | 4 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | M1_RMX_613_PCF | 00005 | Local | 4 | 11-12 | Señal de apertura valvula modulante silo3 |
| 6 | M1_RM_662_GU1 | 00006 | Local | 4 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | M1_RM_662_CV1 | 00007 | Local | 4 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | M1_RM_661_GU1 | 00008 | Local | 4 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | RM_MAQ1_ON | 00009 | Local | 4 | 21-22 | Señal de arranque del area de recirculacion MAQ1. |
| 10 | RM_661_FT1 | 00010 | Local | 4 | 23-24 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 11 | M1_RMX_611_PCF | 00011 | Local | 4 | 25-26 | Señal de apertura valvula modulante silo1. |
| 12 | | 00012 | Local | 4 | 27-28 | Libre |
| 13 | RM_TRANSP_MAQ1 | 00013 | Local | 4 | 31-32 | Señal de arranque del area de transporte a MAQ1. |
| 14 | RM_671_PZ1 | 00014 | Local | 4 | 33-34 | Señal de arranque paletizadora 1. |
| 15 | M1_RMY_613_PCF | 00015 | Local | 4 | 35-36 | Señal de cierre valvula modulante silo3. |
| 16 | M1_RM_662_EC1 | 00016 | Local | 4 | 37-38 | Señal de arranque del motor. |
| 1 | | 00017 | Remoto 3 | 3 | 1-2 | Libre |
| 2 | M4_RM_692_TW1 | 00018 | Remoto 3 | 3 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | M5_RM_692_TW1 | 00019 | Remoto 3 | 3 | 5-6 | Señal de arranque del motor. |
| 4 | M1_RM_614_VE2 | 00020 | Remoto 3 | 3 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RV_614_FT1 | 00021 | Remoto 3 | 3 | 11-12 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 6 | M1_RM_61X_GU1 | 00022 | Remoto 3 | 3 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | M1_RM_61X_VE1 | 00023 | Remoto 3 | 3 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | RV_61X_FT1 | 00024 | Remoto 3 | 3 | 17-18 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 9 | M1_RM_614_SR3 | 00025 | Remoto 3 | 3 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | M1_RMX_614_PCF | 00026 | Remoto 3 | 3 | 23-24 | Señal de apertura valvula modulante silo4. |
| 11 | M1_RM_664_EC1 | 00027 | Remoto 3 | 3 | 25-26 | Señal de arranque del motor. |
| 12 | M1_RM_613_VE2 | 00028 | Remoto 3 | 3 | 27-28 | Señal de arranque del motor. |
| 13 | RV_613_FT1 | 00029 | Remoto 3 | 3 | 31-32 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 14 | M1_RMY_612_PCF | 00030 | Remoto 3 | 3 | 33-34 | Cierre de valvula modulante silo2 |
| 15 | M1_RMX_612_PCF | 00031 | Remoto 3 | 3 | 35-36 | Apertura de valvula modulante silo2 |
| 16 | | 00032 | Remoto 3 | 3 | 37-38 | Libre |
| 1 | M1_RM_694_VE1 | 00033 | Local | 5 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M1_RM_694_BT1 | 00034 | Local | 5 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | G_661_MAQ1 | 00035 | Local | 5 | 5-6 | Aviso de alarma. |
| 4 | M1_RM_612_VE2 | 00036 | Local | 5 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RV_612_FT1 | 00037 | Local | 5 | 11-12 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 6 | G_611_SI1 | 00038 | Local | 5 | 13-14 | Aviso de alarma. |
| 7 | M1_RM_612_SR2 | 00039 | Local | 5 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | M1_RM_612_SR1 | 00040 | Local | 5 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | M1_RM_664_EV1 | 00041 | Local | 5 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | M1_RM_612_SR3 | 00042 | Local | 5 | 23-24 | Señal de arranque del motor. |
| 11 | M1_RM_612_SR4 | 00043 | Local | 5 | 25-26 | Señal de arranque del motor. |
| 12 | | 00044 | Local | 5 | 27-28 | Libre |
| 13 | M1_RM_612_VE4 | 00045 | Local | 5 | 31-32 | Señal de arranque del motor. |
| 14 | RV_612_ES9 | 00046 | Local | 5 | 33-34 | Señal de apertura de valvula de corte del SI2. |
| 15 | M6_RM_692_TW1 | 00047 | Local | 5 | 35-36 | Señal de arranque del motor. |
| 16 | RM_RADIM_664_EV1 | 00048 | Local | 5 | 37-38 | Señal de arranque del motor. |
| 1 | M1_RM_612_VE1 | 00049 | Local | 6 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M1_RM_612_VE3 | 00050 | Local | 6 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | M1_RM_611_VE3 | 00051 | Local | 6 | 5-6 | Señal de arranque del motor. |
| 4 | M1_RM_611_VE2 | 00052 | Local | 6 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RM_RADIM_694_OFF | 00053 | Local | 6 | 11-12 | Señal de arranque del motor. |
| 6 | M1_RM_664_VR1 | 00054 | Local | 6 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | M1_RM_694_RI2 | 00055 | Local | 6 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | | 00056 | Local | 6 | 17-18 | Libre |
| 9 | M1_RM_661_GU3 | 00057 | Local | 6 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | M1_RM_694_PD1 | 00058 | Local | 6 | 23-24 | Señal de arranque del motor. |
| 11 | | 00059 | Local | 6 | 25-26 | Libre |
| 12 | RV_614_VA1 | 00060 | Local | 6 | 27-28 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |
| 13 | M1_RM_694_RI1 | 00061 | Local | 6 | 31-32 | Señal de arranque del motor. |
| 14 | M1_RM_662_VE1 | 00062 | Local | 6 | 33-34 | Señal de arranque del motor. |
| 15 | M1_RMY_611_PCF | 00063 | Local | 6 | 35-36 | Señal de cierre de valvula modulante silo1. |
| 16 | RV_614_VA2 | 00064 | Local | 6 | 37-38 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|---------------|-----------|----------|------|-------|---|
| 1 | M3_RM_694_TW1 | 00065 | Local | 7 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M1_RM_694_TW1 | 00066 | Local | 7 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | | 00067 | Local | 7 | 5-6 | Libre |
| 4 | RV_614_VA3 | 00068 | Local | 7 | 7-8 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |
| 5 | | 00069 | Local | 7 | 11-12 | Libre |
| 6 | FM_W_694_PD1 | 00070 | Local | 7 | 13-14 | Peso bajo. |
| 7 | RV_611_FT1 | 00071 | Local | 7 | 15-16 | Señal de arranque de valvulas del filtro. |
| 8 | RV_614_VA4 | 00072 | Local | 7 | 17-18 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |
| 9 | RV_614_ES1 | 00073 | Local | 7 | 21-22 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 10 | | 00074 | Local | 7 | 23-24 | Libre |
| 11 | | 00075 | Local | 7 | 25-26 | Libre |
| 12 | RV_614_VA5 | 00076 | Local | 7 | 27-28 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |
| 13 | | 00077 | Local | 7 | 31-32 | Libre |
| 14 | | 00078 | Local | 7 | 33-34 | Libre |
| 15 | | 00079 | Local | 7 | 35-36 | Libre |
| 16 | RV_614_VA6 | 00080 | Local | 7 | 37-38 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI4 |
| 1 | | 00081 | Remoto 2 | 3 | 1-2 | Libre |
| 2 | | 00082 | Remoto 2 | 3 | 3-4 | Libre |
| 3 | | 00083 | Remoto 2 | 3 | 5-6 | Libre |
| 4 | M1_RM_612_GU1 | 00084 | Remoto 2 | 3 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RV_614_ES3 | 00085 | Remoto 2 | 3 | 11-12 | Señal de apertura de valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 6 | M4_RM_694_TW1 | 00086 | Remoto 2 | 3 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | RV_614_ES4 | 00087 | Remoto 2 | 3 | 15-16 | Señal de apertura de valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 8 | M1_RM_664_CV1 | 00088 | Remoto 2 | 3 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | RV_614_ES5 | 00089 | Remoto 2 | 3 | 21-22 | Señal de apertura de valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 10 | RV_614_ES6 | 00090 | Remoto 2 | 3 | 23-24 | Señal de apertura de valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 11 | | 00091 | Remoto 2 | 3 | 25-26 | Libre |
| 12 | | 00092 | Remoto 2 | 3 | 27-28 | Libre |
| 13 | M1_RM_614_VE1 | 00093 | Remoto 2 | 3 | 31-32 | Señal de arranque del motor. |
| 14 | M1_RM_614_VE3 | 00094 | Remoto 2 | 3 | 33-34 | Señal de arranque del motor. |
| 15 | M2_RM_694_TW1 | 00095 | Remoto 2 | 3 | 35-36 | Señal de arranque del motor. |
| 16 | | 00096 | Remoto 2 | 3 | 37-38 | Libre |
| 1 | M1_RM_614_SR2 | 00097 | Remoto 3 | 4 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M1_RM_614_SR1 | 00098 | Remoto 3 | 4 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | M1_RM_613_SR3 | 00099 | Remoto 3 | 4 | 5-6 | Señal de arranque del motor. |
| 4 | M1_RM_613_VE4 | 00100 | Remoto 3 | 4 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RV_613_ES7 | 00101 | Remoto 3 | 4 | 11-12 | Señal de apertura de valvula de corte silo3. |
| 6 | M1_RM_613_SR2 | 00102 | Remoto 3 | 4 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | M1_RM_614_GU1 | 00103 | Remoto 3 | 4 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | M1_RM_613_SR1 | 00104 | Remoto 3 | 4 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | RV_613_VA1 | 00105 | Remoto 3 | 4 | 21-22 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 10 | RV_613_VA2 | 00106 | Remoto 3 | 4 | 23-24 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 11 | RV_613_VA3 | 00107 | Remoto 3 | 4 | 25-26 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 12 | RV_613_VA4 | 00108 | Remoto 3 | 4 | 27-28 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 13 | RV_613_VA5 | 00109 | Remoto 3 | 4 | 31-32 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 14 | RV_613_VA6 | 00110 | Remoto 3 | 4 | 33-34 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI3 |
| 15 | RV_613_ES1 | 00111 | Remoto 3 | 4 | 35-36 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 16 | RV_613_ES2 | 00112 | Remoto 3 | 4 | 37-38 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 1 | RV_613_ES3 | 00113 | Remoto 3 | 5 | 1-2 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 2 | RV_613_ES4 | 00114 | Remoto 3 | 5 | 3-4 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 3 | RV_613_ES5 | 00115 | Remoto 3 | 5 | 5-6 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 4 | RV_613_ES6 | 00116 | Remoto 3 | 5 | 7-8 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI3 |
| 5 | | 00117 | Remoto 3 | 5 | 11-12 | Libre |
| 6 | | 00118 | Remoto 3 | 5 | 13-14 | Libre |
| 7 | M1_RM_613_VE1 | 00119 | Remoto 3 | 5 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | M1_RM_613_VE3 | 00120 | Remoto 3 | 5 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | M1_RM_611_SR1 | 00121 | Remoto 3 | 5 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | M1_RM_611_VE4 | 00122 | Remoto 3 | 5 | 23-24 | Señal de arranque del motor. |
| 11 | RV_611_ES7 | 00123 | Remoto 3 | 5 | 25-26 | Señal de arranque del motor. |
| 12 | M1_RM_611_SR2 | 00124 | Remoto 3 | 5 | 27-28 | Señal de arranque del motor. |
| 13 | M1_RM_611_SR3 | 00125 | Remoto 3 | 5 | 31-32 | Señal de arranque del motor. |
| 14 | | 00126 | Remoto 4 | 5 | 33-34 | Libre |
| 15 | M1_RM_662_GU3 | 00127 | Remoto 3 | 5 | 35-36 | Señal de arranque del motor. |
| 16 | M1_RM_662_GU2 | 00128 | Remoto 3 | 5 | 37-38 | Señal de arranque del motor. |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|----------------|-----------|----------|------|-------|---|
| 1 | M1_RMX_61X_CD3 | 00129 | Remoto 4 | 5 | 1-2 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ1. |
| 2 | M1_RMY_61X_CD3 | 00130 | Remoto 4 | 5 | 3-4 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ2. |
| 3 | M1_RMX_61X_CD2 | 00131 | Remoto 4 | 5 | 5-6 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ1-2 |
| 4 | M1_RMY_61X_CD2 | 00132 | Remoto 4 | 5 | 7-8 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ3. |
| 5 | M1_RMX_61X_CD1 | 00133 | Remoto 4 | 5 | 11-12 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ1-2 |
| 6 | M1_RMY_61X_CD1 | 00134 | Remoto 4 | 5 | 13-14 | Activacion compuerta distribuidora hacia MAQ3. |
| 7 | | 00135 | Remoto 4 | 5 | 15-16 | Libre |
| 8 | | 00136 | Remoto 4 | 5 | 17-18 | Libre |
| 9 | M1_RMX_614_CD1 | 00137 | Remoto 4 | 5 | 21-22 | Activacion compuerta hacia elevador 61X- EC1. |
| 10 | M1_RMY_614_CD1 | 00138 | Remoto 4 | 5 | 23-24 | Activacion compuerta hacia elevador 61X- EC2. |
| 11 | M1_RMX_611_CD1 | 00139 | Remoto 4 | 5 | 25-26 | Activacion compuerta hacia elevador 61X- EC1. |
| 12 | M1_RMY_611_CD1 | 00140 | Remoto 4 | 5 | 27-28 | Activacion compuerta hacia elevador 61X- EC2. |
| 13 | M1_RM_61X_VE2 | 00141 | Remoto 4 | 5 | 31-32 | Señal de arranque del motor. |
| 14 | M1_RM_61X_VE3 | 00142 | Remoto 4 | 5 | 33-34 | Señal de arranque del motor. |
| 15 | M1_RM_61X_VE4 | 00143 | Remoto 4 | 5 | 35-36 | Señal de arranque del motor. |
| 16 | M1_RM_61X_VE5 | 00144 | Remoto 4 | 5 | 37-38 | Señal de arranque del motor. |
| 1 | M1_RM_61X_EC1 | 00145 | Remoto 4 | 6 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | M2_RM_61X_EC1 | 00146 | Remoto 4 | 6 | 3-4 | Señal de arranque del motor. |
| 3 | M1_RM_61X_EC2 | 00147 | Remoto 4 | 6 | 5-6 | Señal de arranque del motor. |
| 4 | M1_RM_614_VE4 | 00148 | Remoto 4 | 6 | 7-8 | Señal de arranque del motor. |
| 5 | RV_614_ES7 | 00149 | Remoto 4 | 6 | 11-12 | Señal de apertura de valvula de corte silo4. |
| 6 | | 00150 | Remoto 4 | 6 | 13-14 | Libre |
| 7 | | 00151 | Remoto 4 | 6 | 15-16 | Libre |
| 8 | RM_MAQ2_ON | 00152 | Remoto 4 | 6 | 17-18 | Señal de arranque del area de recirculacion MAQ2 |
| 9 | RM_662_FT1 | 00153 | Remoto 4 | 6 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | RM_TRANSP_MAQ2 | 00154 | Remoto 4 | 6 | 23-24 | Señal de arranque del area de transporte a MAQ1 |
| 11 | M1_RMY_614_PCF | 00155 | Remoto 4 | 6 | 25-26 | Cerrar valvula modulante silo4. |
| 12 | G_612_SI2 | 00156 | Remoto 4 | 6 | 27-28 | Aviso de alarma. |
| 13 | G_613_SI3 | 00157 | Remoto 4 | 6 | 31-32 | Aviso de alarma. |
| 14 | G_614_SI4 | 00158 | Remoto 4 | 6 | 33-34 | Aviso de alarma. |
| 15 | G_TRANSP | 00159 | Remoto 4 | 6 | 35-36 | Aviso de alarma. |
| 16 | RM_672_PZ2 | 00160 | Remoto 4 | 6 | 37-38 | Señal de arranque paletizadora 2. |
| 1 | M1_RM_664_GU1 | 00177 | Remoto 2 | 4 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | G_662_MAQ2 | 00178 | Remoto 2 | 4 | 3-4 | Aviso de alarma. |
| 3 | RV_614_ES2 | 00179 | Remoto 2 | 4 | 5-6 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI4 |
| 4 | | 00180 | Remoto 2 | 4 | 7-8 | Libre |
| 5 | | 00181 | Remoto 2 | 4 | 11-12 | Libre |
| 6 | M1_RM_664_GU3 | 00182 | Remoto 2 | 4 | 13-14 | Señal de arranque del motor. |
| 7 | M1_RM_664_GU4 | 00183 | Remoto 2 | 4 | 15-16 | Señal de arranque del motor. |
| 8 | M1_RM_664_VE2 | 00184 | Remoto 2 | 4 | 17-18 | Señal de arranque del motor. |
| 9 | RV_664_FT2 | 00185 | Remoto 2 | 4 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | M1_RM_664_VE1 | 00186 | Remoto 2 | 4 | 23-24 | Señal de arranque del motor. |
| 11 | RV_664_FT1 | 00187 | Remoto 2 | 4 | 25-26 | Señal de apertura de valvula. |
| 12 | M1_RM_664_GU2 | 00188 | Remoto 2 | 4 | 27-28 | Señal de arranque del motor. |
| 13 | | 00189 | Remoto 2 | 4 | 31-32 | Libre |
| 14 | | 00190 | Remoto 2 | 4 | 33-34 | Libre |
| 15 | | 00191 | Remoto 2 | 4 | 35-36 | Libre |
| 16 | RV_661_FT1 | 00192 | Remoto 2 | 4 | 37-38 | Señal de apertura de valvula. |
| 1 | M1_RM_611_VE1 | 00193 | Remoto 2 | 5 | 1-2 | Señal de arranque del motor. |
| 2 | | 00194 | Remoto 2 | 5 | 3-4 | Libre |
| 3 | | 00195 | Remoto 2 | 5 | 5-6 | Libre |
| 4 | | 00196 | Remoto 2 | 5 | 7-8 | Libre |
| 5 | | 00197 | Remoto 2 | 5 | 11-12 | Libre |
| 6 | | 00198 | Remoto 2 | 5 | 13-14 | Libre |
| 7 | | 00199 | Remoto 2 | 5 | 15-16 | Libre |
| 8 | | 00200 | Remoto 2 | 5 | 17-18 | Libre |
| 9 | M2_RM_691_TW1 | 00201 | Remoto 2 | 5 | 21-22 | Señal de arranque del motor. |
| 10 | | 00202 | Remoto 2 | 5 | 23-24 | Libre |
| 11 | | 00203 | Remoto 2 | 5 | 25-26 | Libre |
| 12 | M2_RM_61X_EC2 | 00204 | Remoto 2 | 5 | 27-28 | Señal de arranque del motor. |
| 13 | | 00205 | Remoto 2 | 5 | 31-32 | Libre |
| 14 | | 00206 | Remoto 2 | 5 | 33-34 | Libre |
| 15 | M1_RM_691_TW1 | 00207 | Remoto 2 | 5 | 35-36 | Señal de arranque del motor. |
| 16 | M3_RM_691_TW1 | 00208 | Remoto 2 | 5 | 37-38 | Señal de arranque del motor. |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|------------|-----------|----------|------|-------|---|
| 1 | RV_612_ES1 | 00209 | Remoto 2 | 6 | 1-2 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 2 | RV_612_ES2 | 00210 | Remoto 2 | 6 | 3-4 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 3 | RV_612_ES3 | 00211 | Remoto 2 | 6 | 5-6 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 4 | RV_612_ES4 | 00212 | Remoto 2 | 6 | 7-8 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 5 | RV_612_ES5 | 00213 | Remoto 2 | 6 | 11-12 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 6 | RV_612_ES6 | 00214 | Remoto 2 | 6 | 13-14 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 7 | RV_612_ES7 | 00215 | Remoto 2 | 6 | 15-16 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 8 | RV_612_ES8 | 00216 | Remoto 2 | 6 | 17-18 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI2 |
| 9 | RV_612_VA1 | 00217 | Remoto 2 | 6 | 21-22 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 10 | RV_612_VA2 | 00218 | Remoto 2 | 6 | 23-24 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 11 | RV_612_VA3 | 00219 | Remoto 2 | 6 | 25-26 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 12 | RV_612_VA4 | 00220 | Remoto 2 | 6 | 27-28 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 13 | RV_612_VA5 | 00221 | Remoto 2 | 6 | 31-32 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 14 | RV_612_VA6 | 00222 | Remoto 2 | 6 | 33-34 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 15 | RV_612_VA7 | 00223 | Remoto 2 | 6 | 35-36 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 16 | RV_612_VA8 | 00224 | Remoto 2 | 6 | 37-38 | Señal apertura valvula ingreso de producto del SI2 |
| 1 | RV_611_ES1 | 00225 | Remoto 2 | 7 | 1-2 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 2 | RV_611_ES2 | 00226 | Remoto 2 | 7 | 3-4 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 3 | RV_611_ES3 | 00227 | Remoto 2 | 7 | 5-6 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 4 | RV_611_ES4 | 00228 | Remoto 2 | 7 | 7-8 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 5 | RV_611_ES5 | 00229 | Remoto 2 | 7 | 11-12 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 6 | RV_611_ES6 | 00230 | Remoto 2 | 7 | 13-14 | Señal apertura valvula de ingreso de aire del SI1 |
| 7 | | 00231 | Remoto 2 | 7 | 15-16 | Libre |
| 8 | | 00232 | Remoto 2 | 7 | 17-18 | Libre |
| 9 | RV_611_VA1 | 00233 | Remoto 2 | 7 | 21-22 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 10 | RV_611_VA2 | 00234 | Remoto 2 | 7 | 23-24 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 11 | RV_611_VA3 | 00235 | Remoto 2 | 7 | 25-26 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 12 | RV_611_VA4 | 00236 | Remoto 2 | 7 | 27-28 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 13 | RV_611_VA5 | 00237 | Remoto 2 | 7 | 31-32 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 14 | RV_611_VA6 | 00238 | Remoto 2 | 7 | 33-34 | Señal apertura valvula de ingreso de producto del SI2 |
| 15 | | 00239 | Remoto 2 | 7 | 35-36 | Libre |
| 16 | | 00240 | Remoto 2 | 7 | 37-38 | Libre |

ENTRADAS DIGITALES DE CAMPO (24 VDC)

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|--------------|-----------|-------|------|-------|---|
| 1 | M1_K_664_EV1 | 100001 | Local | 8 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | M1_R_664_EV1 | 100002 | Local | 8 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | M1_R_661_GU2 | 100003 | Local | 8 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_K_661_GU2 | 100004 | Local | 8 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_661_GU2 | 100005 | Local | 8 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | M1_G_664_EV1 | 100006 | Local | 8 | 13-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 7 | M1_G_614_VE3 | 100007 | Local | 8 | 15-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 8 | M1_R_661_VE1 | 100008 | Local | 8 | 17-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 9 | M1_K_661_VE1 | 100009 | Local | 8 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_G_661_VE1 | 100010 | Local | 8 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | M2_R_691_TW1 | 100011 | Local | 8 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M2_K_691_TW1 | 100012 | Local | 8 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M1_R_661_CV1 | 100013 | Local | 8 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_K_661_CV1 | 100014 | Local | 8 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | M1_G_661_CV1 | 100015 | Local | 8 | 35-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 16 | | 100016 | Local | 8 | 37-39 | Libre |
| 1 | M2_G_691_TW1 | 100017 | Local | 9 | 1-19 | Accionamiento botonera de campo (LOCAL) |
| 2 | M1_K_694_VE1 | 100018 | Local | 9 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_R_661_EC1 | 100019 | Local | 9 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_K_661_EC1 | 100020 | Local | 9 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_661_EC1 | 100021 | Local | 9 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | M1_G_694_VE1 | 100022 | Local | 9 | 13-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 7 | M1_R_694_VE1 | 100023 | Local | 9 | 15-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 8 | M1_G_662_GU1 | 100024 | Local | 9 | 17-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 9 | M1_K_694_BT1 | 100025 | Local | 9 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_G_694_BT1 | 100026 | Local | 9 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | M1_R_694_BT1 | 100027 | Local | 9 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M1_K_614_VE3 | 100028 | Local | 9 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M1_K_664_VR1 | 100029 | Local | 9 | 31-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 14 | M1_R_614_VE3 | 100030 | Local | 9 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_R_664_VR1 | 100031 | Local | 9 | 35-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 16 | M1_G_614_VE1 | 100032 | Local | 9 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|---------------|-----------|-------|------|-------|---|
| 1 | M1_G_664_VR1 | 100033 | Local | 10 | 1-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 2 | LM_664_TL1 | 100034 | Local | 10 | 3-19 | Nivel maximo de tolva MAQ3. |
| 3 | LH_664_TL1 | 100035 | Local | 10 | 5-19 | Nivel alto de tolva MAQ3. |
| 4 | | 100036 | Local | 10 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100037 | Local | 10 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_K_694_RI2 | 100038 | Local | 10 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_R_694_RI2 | 100039 | Local | 10 | 15-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 8 | M1_R_661_GU1 | 100040 | Local | 10 | 17-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 9 | M1_K_661_GU1 | 100041 | Local | 10 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_G_661_GU1 | 100042 | Local | 10 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | M1_K_692_TW1 | 100043 | Local | 10 | 25-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 12 | M4_R_692_TW1 | 100044 | Local | 10 | 27-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 13 | M2_G_662_TW1 | 100045 | Local | 10 | 31-39 | Accionamiento botonera de campo (LOCAL) |
| 14 | M1_G_694_RI2 | 100046 | Local | 10 | 33-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 15 | M1_K_614_VE1 | 100047 | Local | 10 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | M1_R_614_VE1 | 100048 | Local | 10 | 37-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 1 | | 100049 | Local | 11 | 1-19 | Libre |
| 2 | | 100050 | Local | 11 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 100051 | Local | 11 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100052 | Local | 11 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100053 | Local | 11 | 11-19 | Libre |
| 6 | EU_614_ES6 | 100054 | Local | 11 | 13-19 | Accion Local de campo valvula silo4 |
| 7 | | 100055 | Local | 11 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100056 | Local | 11 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100057 | Local | 11 | 21-39 | Libre |
| 10 | R_671_PZ1 | 100058 | Local | 11 | 23-39 | Confirmacion de arranque de paletizadora. |
| 11 | | 100059 | Local | 11 | 25-39 | Libre |
| 12 | | 100060 | Local | 11 | 27-39 | Libre |
| 13 | R_691_ENV1 | 100061 | Local | 11 | 31-39 | Confirmacion de arranque del envasadora. |
| 14 | WS_694_PD1 | 100062 | Local | 11 | 33-39 | Peso bajo. |
| 15 | | 100063 | Local | 11 | 35-39 | Libre |
| 16 | | 100064 | Local | 11 | 37-39 | Libre |
| 1 | M1_RA_671_PZ1 | 100065 | Local | 12 | 1-19 | Falla paletizadora 1 |
| 2 | M1_R_691_TW1 | 100066 | Local | 12 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | RS_661_EC1 | 100067 | Local | 12 | 5-19 | Switch de piola. |
| 4 | M1_R_662_GU3 | 100068 | Local | 12 | 7-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 5 | M1_K_662_GU3 | 100069 | Local | 12 | 11-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 6 | M1_G_662_GU3 | 100070 | Local | 12 | 13-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 7 | M1_K_691_TW1 | 100071 | Local | 12 | 15-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 8 | D_661_EC1 | 100072 | Local | 12 | 17-19 | Interruptor miltronix de frecuencia de baldes |
| 9 | M1_R_662_VE1 | 100073 | Local | 12 | 21-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 10 | M1_K_662_VE1 | 100074 | Local | 12 | 23-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 11 | | 100075 | Local | 12 | 25-39 | Libre |
| 12 | M1_G_691_TW1 | 100076 | Local | 12 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M3_R_691_TW1 | 100077 | Local | 12 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_R_662_CV1 | 100078 | Local | 12 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_K_662_CV1 | 100079 | Local | 12 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | LH_661_EC1 | 100080 | Local | 12 | 37-39 | Nivel alto del pozo del elevador. |
| 1 | M3_K_691_TW1 | 100081 | Local | 13 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | M1_K_694_PD1 | 100082 | Local | 13 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_R_662_EC1 | 100083 | Local | 13 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_K_662_EC1 | 100084 | Local | 13 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_662_EC1 | 100085 | Local | 13 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | | 100086 | Local | 13 | 13-19 | Libre |
| 7 | BS_661_GU1 | 100087 | Local | 13 | 15-19 | Bero Switch. |
| 8 | BS_662_GU2 | 100088 | Local | 13 | 17-19 | Bero Switch. |
| 9 | M2_R_61X_EC2 | 100089 | Local | 13 | 21-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 10 | M2_K_61X_EC2 | 100090 | Local | 13 | 23-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 11 | M2_G_61X_EC2 | 100091 | Local | 13 | 25-39 | Accionamiento botonera de campo (LOCAL) |
| 12 | M3_G_691_TW1 | 100092 | Local | 13 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M1_R_694_PD1 | 100093 | Local | 13 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_G_694_PD1 | 100094 | Local | 13 | 33-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 15 | | 100095 | Local | 13 | 35-39 | Libre |
| 16 | EU_614_ES4 | 100096 | Local | 13 | 37-39 | Accion Local de campo valvula silo4 |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|--------------|-----------|----------|------|-------|---|
| 1 | | 100129 | Local | 14 | 1-19 | Libre |
| 2 | M1_R_612_GU1 | 100130 | Local | 14 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | EU_614_ES5 | 100131 | Local | 14 | 5-19 | Accion Local de campo valvula silo4 |
| 4 | M1_K_694_RI1 | 100132 | Local | 14 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_R_694_RI1 | 100133 | Local | 14 | 11-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 6 | EU_612_ES1 | 100134 | Local | 14 | 13-19 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 7 | | 100135 | Local | 14 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100136 | Local | 14 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100137 | Local | 14 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100138 | Local | 14 | 23-39 | Libre |
| 11 | | 100139 | Local | 14 | 25-39 | Libre |
| 12 | | 100140 | Local | 14 | 27-39 | Libre |
| 13 | | 100141 | Local | 14 | 31-39 | Libre |
| 14 | M1_G_694_RI1 | 100142 | Local | 14 | 33-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 15 | M3_K_694_TW1 | 100143 | Local | 14 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | EU_612_ES2 | 100144 | Local | 14 | 37-39 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 1 | M1_R_612_SR2 | 100145 | Local | 15 | 1-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 2 | M1_K_612_SR2 | 100146 | Local | 15 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_G_612_SR2 | 100147 | Local | 15 | 5-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 4 | M3_R_694_TW1 | 100148 | Local | 15 | 7-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 5 | | 100149 | Local | 15 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_K_612_GU1 | 100150 | Local | 15 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_R_612_SR3 | 100151 | Local | 15 | 15-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 8 | M1_K_612_SR3 | 100152 | Local | 15 | 17-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 9 | M1_G_612_SR3 | 100153 | Local | 15 | 21-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 10 | | 100154 | Local | 15 | 23-39 | Libre |
| 11 | M1_R_612_SR4 | 100155 | Local | 15 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M1_K_612_SR4 | 100156 | Local | 15 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | | 100157 | Local | 15 | 31-39 | Libre |
| 14 | M3_G_694_TW1 | 100158 | Local | 15 | 33-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 15 | EU_612_ES3 | 100159 | Local | 15 | 35-39 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 16 | M1_G_612_VE1 | 100160 | Local | 15 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | M1_K_694_TW1 | 100161 | Local | 16 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | M1_R_612_VE1 | 100162 | Local | 16 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | M1_R_612_VE2 | 100163 | Local | 16 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_K_612_VE2 | 100164 | Local | 16 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_612_VE2 | 100165 | Local | 16 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | M1_R_694_TW1 | 100166 | Local | 16 | 13-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 7 | | 100167 | Local | 16 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100168 | Local | 16 | 17-19 | Libre |
| 9 | M1_R_612_SR1 | 100169 | Local | 16 | 21-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 10 | M1_K_612_SR1 | 100170 | Local | 16 | 23-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 11 | M1_G_612_SR1 | 100171 | Local | 16 | 25-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 12 | EU_614_ES2 | 100172 | Local | 16 | 27-39 | Accion Local de campo valvula silo4 |
| 13 | M1_K_612_VE1 | 100173 | Local | 16 | 31-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 14 | LM_612_TL1 | 100174 | Local | 16 | 33-39 | Nivel maximo de tolva SI2. |
| 15 | M1_G_694_TW1 | 100175 | Local | 16 | 35-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 16 | M1_G_612_SR4 | 100176 | Local | 16 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | M2_K_694_TW1 | 100177 | Remoto 2 | 8 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK). |
| 2 | M5_R_692_TW1 | 100178 | Remoto 2 | 8 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | M2_K_692_TW1 | 100179 | Remoto 2 | 8 | 5-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 4 | BS_662_EC1 | 100180 | Remoto 2 | 8 | 7-19 | Bero Switch. |
| 5 | RS_662_EC1 | 100181 | Remoto 2 | 8 | 11-19 | Switch de piola. |
| 6 | LH_661_TL1 | 100182 | Remoto 2 | 8 | 13-19 | Nivel alto de tolva MAQ1. |
| 7 | LL_661_TL1 | 100183 | Remoto 2 | 8 | 15-19 | Nivel bajo de tolva MAQ1. |
| 8 | LH_662_TL1 | 100184 | Remoto 2 | 8 | 17-19 | Nivel alto de tolva MAQ2. |
| 9 | LL_662_TL1 | 100185 | Remoto 2 | 8 | 21-39 | Nivel bajo de tolva MAQ2. |
| 10 | M2_R_694_TW1 | 100186 | Remoto 2 | 8 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | LH_662_EC1 | 100187 | Remoto 2 | 8 | 25-39 | Nivel alto del pozo del elevador. |
| 12 | M2_G_694_TW1 | 100188 | Remoto 2 | 8 | 27-39 | Accionamiento botonera de campo (LOCAL) |
| 13 | LM_661_TL1 | 100189 | Remoto 2 | 8 | 31-39 | Nivel maximo de tolva MAQ1. |
| 14 | M4_K_694_TW1 | 100190 | Remoto 2 | 8 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | LL_612_TL1 | 100191 | Remoto 2 | 8 | 35-39 | Nivel bajo de tolva SI2. |
| 16 | LH_612_TL1 | 100192 | Remoto 2 | 8 | 37-39 | Nivel alto de tolva SI2. |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|------------------|-----------|----------|------|-------|---------------------------------------|
| 1 | M1_R_612_VE3 | 100193 | Remoto 2 | 9 | 1-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 2 | M1_K_612_VE3 | 100194 | Remoto 2 | 9 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | | 100195 | Remoto 2 | 9 | 5-19 | Libre |
| 4 | M4_R_694_TW1 | 100196 | Remoto 2 | 9 | 7-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 5 | | 100197 | Remoto 2 | 9 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_G_612_VE3 | 100198 | Remoto 2 | 9 | 13-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 7 | M1_G_612_GU1 | 100199 | Remoto 2 | 9 | 15-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 8 | | 100200 | Remoto 2 | 9 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100201 | Remoto 2 | 9 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100202 | Remoto 2 | 9 | 23-39 | Libre |
| 11 | M4_G_694_TW1 | 100203 | Remoto 2 | 9 | 25-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 12 | M1_K_614_VE4 | 100204 | Remoto 2 | 9 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M1_G_614_VE4 | 100205 | Remoto 2 | 9 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | RESET_PB_694_PD1 | 100206 | Remoto 2 | 9 | 33-39 | Reset peso bajo. |
| 15 | INTLK_PB_694_PD1 | 100207 | Remoto 2 | 9 | 35-39 | Bloqueo de seguridad de peso bajo. |
| 16 | M1_R_614_VE4 | 100208 | Remoto 2 | 9 | 37-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 1 | LM_611_TL1 | 100209 | Remoto 2 | 10 | 1-19 | Nivel maximo de tolva SI1. |
| 2 | LL_611_TL1 | 100210 | Remoto 2 | 10 | 3-19 | Nivel bajo de tolva SI1. |
| 3 | LH_611_TL1 | 100211 | Remoto 2 | 10 | 5-19 | Nivel alto de tolva SI1. |
| 4 | M1_K_664_CV1 | 100212 | Remoto 2 | 10 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_R_664_CV1 | 100213 | Remoto 2 | 10 | 11-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 6 | | 100214 | Remoto 2 | 10 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100215 | Remoto 2 | 10 | 15-19 | Libre |
| 8 | EU_614_ES3 | 100216 | Remoto 2 | 10 | 17-19 | Accion Local de campo valvula silo4 |
| 9 | | 100217 | Remoto 2 | 10 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100218 | Remoto 2 | 10 | 23-39 | Libre |
| 11 | | 100219 | Remoto 2 | 10 | 25-39 | Libre |
| 12 | | 100220 | Remoto 2 | 10 | 27-39 | Libre |
| 13 | M1_G_664_CV1 | 100221 | Remoto 2 | 10 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | | 100222 | Remoto 2 | 10 | 33-39 | Libre |
| 15 | | 100223 | Remoto 2 | 10 | 35-39 | Libre |
| 16 | | 100224 | Remoto 2 | 10 | 37-39 | Libre |
| 1 | EU_612_ES6 | 100273 | Remoto 2 | 11 | 1-19 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 2 | M1_R_661_GU3 | 100274 | Remoto 2 | 11 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | M1_K_661_GU3 | 100275 | Remoto 2 | 11 | 5-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 4 | M1_G_661_GU3 | 100276 | Remoto 2 | 11 | 7-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 5 | | 100277 | Remoto 2 | 11 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_K_664_GU1 | 100278 | Remoto 2 | 11 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_R_664_GU1 | 100279 | Remoto 2 | 11 | 15-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 8 | EU_612_ES7 | 100280 | Remoto 2 | 11 | 17-19 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 9 | M1_G_664_GU1 | 100281 | Remoto 2 | 11 | 21-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 10 | | 100282 | Remoto 2 | 11 | 23-39 | Libre |
| 11 | EU_614_ES1 | 100283 | Remoto 2 | 11 | 25-39 | Accion Local de campo valvula silo4 |
| 12 | EU_612_ES8 | 100284 | Remoto 2 | 11 | 27-39 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 13 | | 100285 | Remoto 2 | 11 | 31-39 | Libre |
| 14 | M1_K_664_GU3 | 100286 | Remoto 2 | 11 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | | 100287 | Remoto 2 | 11 | 35-39 | Libre |
| 16 | M1_R_664_GU3 | 100288 | Remoto 2 | 11 | 37-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 1 | EU_612_ES4 | 100289 | Remoto 2 | 12 | 1-19 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 2 | M1_G_664_GU3 | 100290 | Remoto 2 | 12 | 3-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 3 | BS_664_GU2 | 100291 | Remoto 2 | 12 | 5-19 | Bero Switch. |
| 4 | | 100292 | Remoto 2 | 12 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100293 | Remoto 2 | 12 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_R_612_VE4 | 100294 | Remoto 2 | 12 | 13-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 7 | M1_K_612_VE4 | 100295 | Remoto 2 | 12 | 15-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 8 | M1_G_612_VE4 | 100296 | Remoto 2 | 12 | 17-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 9 | M1_K_664_GU4 | 100297 | Remoto 2 | 12 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_R_664_GU4 | 100298 | Remoto 2 | 12 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | | 100299 | Remoto 2 | 12 | 25-39 | Libre |
| 12 | | 100300 | Remoto 2 | 12 | 27-39 | Libre |
| 13 | | 100301 | Remoto 2 | 12 | 31-39 | Libre |
| 14 | | 100302 | Remoto 2 | 12 | 33-39 | Libre |
| 15 | EU_612_ES5 | 100303 | Remoto 2 | 12 | 35-39 | Accion Local de campo valvula silo2 |
| 16 | M1_G_664_GU4 | 100304 | Remoto 2 | 12 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|--------------|-----------|----------|------|-------|---------------------------------------|
| 1 | | 100321 | Remoto 2 | 13 | 1-19 | Libre |
| 2 | M1_K_664_VE2 | 100322 | Remoto 2 | 13 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_R_664_VE2 | 100323 | Remoto 2 | 13 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_G_664_VE2 | 100324 | Remoto 2 | 13 | 7-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 5 | | 100325 | Remoto 2 | 13 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_K_664_GU2 | 100326 | Remoto 2 | 13 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | BS_661_GU3 | 100327 | Remoto 2 | 13 | 15-19 | Bero Switch. |
| 8 | BS_661_GU2 | 100328 | Remoto 2 | 13 | 17-19 | Bero Switch. |
| 9 | BS_662_GU3 | 100329 | Remoto 2 | 13 | 21-39 | Bero Switch. |
| 10 | | 100330 | Remoto 2 | 13 | 23-39 | Libre |
| 11 | M1_R_664_GU2 | 100331 | Remoto 2 | 13 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | | 100332 | Remoto 2 | 13 | 27-39 | Libre |
| 13 | | 100333 | Remoto 2 | 13 | 31-39 | Libre |
| 14 | | 100334 | Remoto 2 | 13 | 33-39 | Libre |
| 15 | | 100335 | Remoto 2 | 13 | 35-39 | Libre |
| 16 | M1_G_611_VE1 | 100336 | Remoto 2 | 13 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | | 100337 | Remoto 2 | 14 | 1-19 | Libre |
| 2 | | 100338 | Remoto 2 | 14 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 100339 | Remoto 2 | 14 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100340 | Remoto 2 | 14 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100341 | Remoto 2 | 14 | 11-19 | Libre |
| 6 | | 100342 | Remoto 2 | 14 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100343 | Remoto 2 | 14 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100344 | Remoto 2 | 14 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100345 | Remoto 2 | 14 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100346 | Remoto 2 | 14 | 23-39 | Libre |
| 11 | EU_611_ES1 | 100347 | Remoto 2 | 14 | 25-39 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 12 | | 100348 | Remoto 2 | 14 | 27-39 | Libre |
| 13 | EU_611_ES2 | 100349 | Remoto 2 | 14 | 31-39 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 14 | | 100350 | Remoto 2 | 14 | 33-39 | Libre |
| 15 | EU_611_ES3 | 100351 | Remoto 2 | 14 | 35-39 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 16 | | 100352 | Remoto 2 | 14 | 37-39 | Libre |
| 1 | EU_611_ES4 | 100353 | Remoto 2 | 15 | 1-19 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 2 | | 100354 | Remoto 2 | 15 | 3-19 | Libre |
| 3 | EU_611_ES5 | 100355 | Remoto 2 | 15 | 5-19 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 4 | | 100356 | Remoto 2 | 15 | 7-19 | Libre |
| 5 | EU_611_ES6 | 100357 | Remoto 2 | 15 | 11-19 | Accion Local de campo valvula silo1 |
| 6 | | 100358 | Remoto 2 | 15 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100359 | Remoto 2 | 15 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100360 | Remoto 2 | 15 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100361 | Remoto 2 | 15 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100362 | Remoto 2 | 15 | 23-39 | Libre |
| 11 | | 100363 | Remoto 2 | 15 | 25-39 | Libre |
| 12 | M1_R_611_VE1 | 100364 | Remoto 2 | 15 | 27-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 13 | M1_K_611_VE1 | 100365 | Remoto 2 | 15 | 31-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 14 | | 100366 | Remoto 2 | 15 | 33-39 | Libre |
| 15 | M1_R_611_VE3 | 100367 | Remoto 2 | 15 | 35-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 16 | M1_K_611_VE3 | 100368 | Remoto 2 | 15 | 37-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 1 | | 100593 | Remoto 2 | 16 | 1-19 | Libre |
| 2 | | 120594 | Remoto 2 | 16 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 140595 | Remoto 2 | 16 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 160596 | Remoto 2 | 16 | 7-19 | Libre |
| 5 | M1_G_664_GU2 | 180597 | Remoto 2 | 16 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | M1_K_664_VE1 | 200598 | Remoto 2 | 16 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_R_664_VE1 | 220599 | Remoto 2 | 16 | 15-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 8 | M1_G_664_VE1 | 240600 | Remoto 2 | 16 | 17-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 9 | | 260601 | Remoto 2 | 16 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 280602 | Remoto 2 | 16 | 23-39 | Libre |
| 11 | | 300603 | Remoto 2 | 16 | 25-39 | Libre |
| 12 | M1_G_611_VE3 | 320604 | Remoto 2 | 16 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | | 340605 | Remoto 2 | 16 | 31-39 | Libre |
| 14 | M1_R_611_VE2 | 100606 | Remoto 2 | 16 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_K_611_VE2 | 100607 | Remoto 2 | 16 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | M1_G_611_VE2 | 100608 | Remoto 2 | 16 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|--------------|-----------|----------|------|-------|---------------------------------------|
| 1 | M1_R_614_VE2 | 100609 | Remoto 3 | 6 | 1-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 2 | M1_K_614_VE2 | 100610 | Remoto 3 | 6 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_G_614_VE2 | 100611 | Remoto 3 | 6 | 5-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 4 | EU_613_ES1 | 100612 | Remoto 3 | 6 | 7-19 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 5 | | 100613 | Remoto 3 | 6 | 11-19 | Libre |
| 6 | LM_662_TL1 | 100614 | Remoto 3 | 6 | 13-19 | Nivel maximo de tolva MAQ2. |
| 7 | M1_G_662_GU2 | 100615 | Remoto 3 | 6 | 15-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 8 | M1_G_662_CV1 | 100616 | Remoto 3 | 6 | 17-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 9 | M1_K_662_GU1 | 100617 | Remoto 3 | 6 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_R_662_GU2 | 100618 | Remoto 3 | 6 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | BS_662_GU1 | 100619 | Remoto 3 | 6 | 25-39 | Bero Switch. |
| 12 | M1_R_662_GU1 | 100620 | Remoto 3 | 6 | 27-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 13 | | 100621 | Remoto 3 | 6 | 31-39 | Libre |
| 14 | | 100622 | Remoto 3 | 6 | 33-39 | Libre |
| 15 | | 100623 | Remoto 3 | 6 | 35-39 | Libre |
| 16 | | 100624 | Remoto 3 | 6 | 37-39 | Libre |
| 1 | | 100625 | Remoto 3 | 7 | 1-19 | Libre |
| 2 | | 100626 | Remoto 3 | 7 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 100627 | Remoto 3 | 7 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100628 | Remoto 3 | 7 | 7-19 | Libre |
| 5 | M1_R_61X_GU1 | 100629 | Remoto 3 | 7 | 11-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 6 | M1_K_61X_GU1 | 100630 | Remoto 3 | 7 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_G_61X_GU1 | 100631 | Remoto 3 | 7 | 15-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 8 | BS_61X_GU1 | 100632 | Remoto 3 | 7 | 17-19 | Bero Switch. |
| 9 | EU_613_ES2 | 100633 | Remoto 3 | 7 | 21-39 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 10 | M1_R_61X_VE1 | 100634 | Remoto 3 | 7 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | M1_K_61X_VE1 | 100635 | Remoto 3 | 7 | 25-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 12 | M1_G_61X_VE1 | 100636 | Remoto 3 | 7 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M1_K_662_GU2 | 100637 | Remoto 3 | 7 | 31-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 14 | M1_R_613_VE3 | 100638 | Remoto 3 | 7 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_K_613_VE3 | 100639 | Remoto 3 | 7 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | M1_R_613_VE2 | 100640 | Remoto 3 | 7 | 37-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 1 | M1_K_613_VE2 | 100641 | Remoto 3 | 8 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | M1_G_613_VE2 | 100642 | Remoto 3 | 8 | 3-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 3 | M1_R_613_VE1 | 100643 | Remoto 3 | 8 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | LH_613_TL1 | 100644 | Remoto 3 | 8 | 7-19 | Nivel alto de tolva SI3. |
| 5 | LM_613_TL1 | 100645 | Remoto 3 | 8 | 11-19 | Nivel maximo de tolva SI3. |
| 6 | LL_613_TL1 | 100646 | Remoto 3 | 8 | 13-19 | Nivel bajo de tolva SI3. |
| 7 | LL_614_TL1 | 100647 | Remoto 3 | 8 | 15-19 | Nivel bajo de tolva SI4. |
| 8 | | 100648 | Remoto 3 | 8 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100649 | Remoto 3 | 8 | 21-39 | Libre |
| 10 | EU_613_ES3 | 100650 | Remoto 3 | 8 | 23-39 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 11 | M1_R_614_SR3 | 100651 | Remoto 3 | 8 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M1_K_614_SR3 | 100652 | Remoto 3 | 8 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M1_G_614_SR3 | 100653 | Remoto 3 | 8 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | M1_R_614_SR2 | 100654 | Remoto 3 | 8 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_K_614_SR2 | 100655 | Remoto 3 | 8 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | M1_G_614_SR2 | 100656 | Remoto 3 | 8 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | M1_R_614_SR1 | 100657 | Remoto 3 | 9 | 1-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 2 | M1_K_614_SR1 | 100658 | Remoto 3 | 9 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_G_614_SR1 | 100659 | Remoto 3 | 9 | 5-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 4 | | 100660 | Remoto 3 | 9 | 7-19 | Libre |
| 5 | EU_613_ES4 | 100661 | Remoto 3 | 9 | 11-19 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 6 | | 100662 | Remoto 3 | 9 | 13-19 | Libre |
| 7 | EU_613_ES5 | 100663 | Remoto 3 | 9 | 15-19 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 8 | M1_K_613_VE1 | 100664 | Remoto 3 | 9 | 17-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 9 | | 100665 | Remoto 3 | 9 | 21-39 | Libre |
| 10 | M1_R_611_SR2 | 100666 | Remoto 3 | 9 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | M1_K_611_SR2 | 100667 | Remoto 3 | 9 | 25-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 12 | M1_G_611_SR2 | 100668 | Remoto 3 | 9 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M1_R_611_SR3 | 100669 | Remoto 3 | 9 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_K_611_SR3 | 100670 | Remoto 3 | 9 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | | 100671 | Remoto 3 | 9 | 35-39 | Libre |
| 16 | M1_G_611_SR3 | 100672 | Remoto 3 | 9 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|--------------|-----------|----------|------|-------|--|
| 1 | SP_694_EV1 | 100673 | Remoto 3 | 10 | 1-19 | Switch de presion. |
| 2 | M1_G_662_TW1 | 100674 | Remoto 3 | 10 | 3-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 3 | EU_613_ES6 | 100675 | Remoto 3 | 10 | 5-19 | Accion Local de campo valvula silo3 |
| 4 | | 100676 | Remoto 3 | 10 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100677 | Remoto 3 | 10 | 11-19 | Libre |
| 6 | | 100678 | Remoto 3 | 10 | 13-19 | Libre |
| 7 | M1_K_664_EC1 | 100679 | Remoto 3 | 10 | 15-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 8 | M1_R_664_EC1 | 100680 | Remoto 3 | 10 | 17-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 9 | M1_G_664_EC1 | 100681 | Remoto 3 | 10 | 21-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 10 | | 100682 | Remoto 3 | 10 | 23-39 | Libre |
| 11 | | 100683 | Remoto 3 | 10 | 25-39 | Libre |
| 12 | | 100684 | Remoto 3 | 10 | 27-39 | Libre |
| 13 | M1_G_662_VE1 | 100685 | Remoto 3 | 10 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | | 100686 | Remoto 3 | 10 | 33-39 | Libre |
| 15 | | 100687 | Remoto 3 | 10 | 35-39 | Libre |
| 16 | M1_R_613_SR3 | 100688 | Remoto 3 | 10 | 37-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 1 | M1_K_613_SR3 | 100689 | Remoto 3 | 11 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | M1_G_613_SR3 | 100690 | Remoto 3 | 11 | 3-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 3 | M1_R_613_VE4 | 100691 | Remoto 3 | 11 | 5-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 4 | M1_K_613_VE4 | 100692 | Remoto 3 | 11 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_613_VE4 | 100693 | Remoto 3 | 11 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | | 100694 | Remoto 3 | 11 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100695 | Remoto 3 | 11 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100696 | Remoto 3 | 11 | 17-19 | Libre |
| 9 | M1_G_613_VE1 | 100697 | Remoto 3 | 11 | 21-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 10 | M1_R_613_SR2 | 100698 | Remoto 3 | 11 | 23-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 11 | M1_K_613_SR2 | 100699 | Remoto 3 | 11 | 25-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 12 | M1_G_613_SR2 | 100700 | Remoto 3 | 11 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M1_R_613_SR1 | 100701 | Remoto 3 | 11 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_K_613_SR1 | 100702 | Remoto 3 | 11 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | M1_G_613_SR1 | 100703 | Remoto 3 | 11 | 35-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 16 | | 100704 | Remoto 3 | 11 | 37-39 | Libre |
| 1 | M1_R_611_SR1 | 100705 | Remoto 3 | 12 | 1-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 2 | M1_K_611_SR1 | 100706 | Remoto 3 | 12 | 3-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 3 | M1_G_611_SR1 | 100707 | Remoto 3 | 12 | 5-19 | Accionamiento desde el Start de campo. |
| 4 | M1_R_611_VE4 | 100708 | Remoto 3 | 12 | 7-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 5 | M1_K_611_VE4 | 100709 | Remoto 3 | 12 | 11-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 6 | M1_G_611_VE4 | 100710 | Remoto 3 | 12 | 13-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 7 | | 100711 | Remoto 3 | 12 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100712 | Remoto 3 | 12 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100713 | Remoto 3 | 12 | 21-39 | Libre |
| 10 | M1_G_613_VE3 | 100714 | Remoto 3 | 12 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | LM_614_TL1 | 100715 | Remoto 3 | 12 | 25-39 | Nivel maximo de tolva SI4. |
| 12 | LH_614_TL1 | 100716 | Remoto 3 | 12 | 27-39 | Nivel alto de tolva SI1. |
| 13 | M1_R_614_GU1 | 100717 | Remoto 3 | 12 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M1_K_614_GU1 | 100718 | Remoto 3 | 12 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | M1_G_614_GU1 | 100719 | Remoto 3 | 12 | 35-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 16 | | 100720 | Remoto 3 | 12 | 37-39 | Libre |
| 1 | | 100721 | Remoto 3 | 13 | 1-19 | Libre |
| 2 | | 100722 | Remoto 3 | 13 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 100723 | Remoto 3 | 13 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100724 | Remoto 3 | 13 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100725 | Remoto 3 | 13 | 11-19 | Libre |
| 6 | | 100726 | Remoto 3 | 13 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100727 | Remoto 3 | 13 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100728 | Remoto 3 | 13 | 17-19 | Libre |
| 9 | | 100729 | Remoto 3 | 13 | 21-39 | Libre |
| 10 | | 100730 | Remoto 3 | 13 | 23-39 | Libre |
| 11 | M6_R_692_TW1 | 100731 | Remoto 3 | 13 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M3_K_692_TW1 | 100732 | Remoto 3 | 13 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M3_G_662_TW1 | 100733 | Remoto 3 | 13 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | BS_664_GU4 | 100734 | Remoto 3 | 13 | 33-39 | Bero Switch. |
| 15 | BS_664_GU3 | 100735 | Remoto 3 | 13 | 35-39 | Bero Switch. |
| 16 | BS_664_GU1 | 100736 | Remoto 3 | 13 | 37-39 | Bero Switch. |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|---------------|-----------|----------|------|-------|--|
| 1 | M1_RX_61X_CD3 | 100737 | Remoto 3 | 14 | 1-19 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia maquina 1 |
| 2 | M1_RY_61X_CD3 | 100738 | Remoto 3 | 14 | 3-19 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia maquina 2 |
| 3 | M1_GX_61X_CD3 | 100739 | Remoto 3 | 14 | 5-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 4 | M1_GY_61X_CD3 | 100740 | Remoto 3 | 14 | 7-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 5 | M1_X_61X_CD3 | 100741 | Remoto 3 | 14 | 11-19 | Compuerta posesionada hacia MAQ1 |
| 6 | M1_Y_61X_CD3 | 100742 | Remoto 3 | 14 | 13-19 | Compuerta posesionada hacia MAQ2 |
| 7 | M1_RX_61X_CD2 | 100743 | Remoto 3 | 14 | 15-19 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia MAQ1-2. |
| 8 | M1_RY_61X_CD2 | 100744 | Remoto 3 | 14 | 17-19 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia maquina 3. |
| 9 | M1_GX_61X_CD2 | 100745 | Remoto 3 | 14 | 21-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 10 | M1_GY_61X_CD2 | 100746 | Remoto 3 | 14 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | M1_X_61X_CD2 | 100747 | Remoto 3 | 14 | 25-39 | Compuerta posesionada hacia MAQ1-2 |
| 12 | M1_Y_61X_CD2 | 100748 | Remoto 3 | 14 | 27-39 | Compuerta posesionada hacia MAQ3 |
| 13 | M1_RX_61X_CD1 | 100749 | Remoto 3 | 14 | 31-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia MAQ1-2. |
| 14 | M1_RY_61X_CD1 | 100750 | Remoto 3 | 14 | 33-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia maquina 3. |
| 15 | M1_GX_61X_CD1 | 100751 | Remoto 3 | 14 | 35-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 16 | M1_GY_61X_CD1 | 100752 | Remoto 3 | 14 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | M1_X_61X_CD1 | 100753 | Remoto 3 | 15 | 1-19 | Direccion de la compuerta MAQ1-2 |
| 2 | M1_Y_61X_CD1 | 100754 | Remoto 3 | 15 | 3-19 | Direccion de la compuerta MAQ4 |
| 3 | | 100755 | Remoto 3 | 15 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100756 | Remoto 3 | 15 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100757 | Remoto 3 | 15 | 11-19 | Libre |
| 6 | | 100758 | Remoto 3 | 15 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100759 | Remoto 3 | 15 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100760 | Remoto 3 | 15 | 17-19 | Libre |
| 9 | M1_RX_614_CD1 | 100761 | Remoto 3 | 15 | 21-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC1 |
| 10 | M1_RY_614_CD1 | 100762 | Remoto 3 | 15 | 23-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC2 |
| 11 | M1_GX_614_CD1 | 100763 | Remoto 3 | 15 | 25-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 12 | M1_GY_614_CD1 | 100764 | Remoto 3 | 15 | 27-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 13 | M1_X_614_CD1 | 100765 | Remoto 3 | 15 | 31-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC1 |
| 14 | M1_Y_614_CD1 | 100766 | Remoto 3 | 15 | 33-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC2 |
| 15 | M1_RX_611_CD1 | 100767 | Remoto 3 | 15 | 35-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC1 |
| 16 | M1_RY_611_CD1 | 100768 | Remoto 3 | 15 | 37-39 | Confirmacion arranque motor compuerta hacia 61X EC2 |
| 1 | M1_GX_611_CD1 | 100769 | Remoto 3 | 16 | 1-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 2 | M1_GY_611_CD1 | 100770 | Remoto 3 | 16 | 3-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 3 | M1_X_611_CD1 | 100771 | Remoto 3 | 16 | 5-19 | Switch de posicion compuerta hacia 61X EC1. |
| 4 | M1_Y_611_CD1 | 100772 | Remoto 3 | 16 | 7-19 | Switch de posicion compuerta hacia 61X EC2. |
| 5 | M1_R_61X_VE2 | 100773 | Remoto 3 | 16 | 11-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 6 | M1_K_61X_VE2 | 100774 | Remoto 3 | 16 | 13-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 7 | M1_G_61X_VE2 | 100775 | Remoto 3 | 16 | 15-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 8 | M1_R_61X_VE3 | 100776 | Remoto 3 | 16 | 17-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 9 | M1_K_61X_VE3 | 100777 | Remoto 3 | 16 | 21-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 10 | M1_G_61X_VE3 | 100778 | Remoto 3 | 16 | 23-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 11 | M1_R_61X_VE4 | 100779 | Remoto 3 | 16 | 25-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 12 | M1_K_61X_VE4 | 100780 | Remoto 3 | 16 | 27-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 13 | M1_G_61X_VE4 | 100781 | Remoto 3 | 16 | 31-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 14 | M1_R_61X_VE5 | 100782 | Remoto 3 | 16 | 33-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 15 | M1_K_61X_VE5 | 100783 | Remoto 3 | 16 | 35-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 16 | M1_G_61X_VE5 | 100784 | Remoto 3 | 16 | 37-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 1 | RS_61X_EC1 | 100785 | Remoto 4 | 7 | 1-19 | Switch de piola. |
| 2 | M1_R_61X_EC1 | 100786 | Remoto 4 | 7 | 3-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 3 | BS_61X_EC1 | 100787 | Remoto 4 | 7 | 5-19 | Swicht detector de frecuencia de baldes. |
| 4 | M1_K_61X_EC1 | 100788 | Remoto 4 | 7 | 7-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 5 | M1_G_61X_EC1 | 100789 | Remoto 4 | 7 | 11-19 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 6 | LH_61X_EC1 | 100790 | Remoto 4 | 7 | 13-19 | Nivel alto del pozo del elevador. |
| 7 | RS_61X_EC2 | 100791 | Remoto 4 | 7 | 15-19 | Switch de piola. |
| 8 | M1_R_61X_EC2 | 100792 | Remoto 4 | 7 | 17-19 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 9 | BS_61X_EC2 | 100793 | Remoto 4 | 7 | 21-39 | Swicht detector de frecuencia de baldes. |
| 10 | M1_K_61X_EC2 | 100794 | Remoto 4 | 7 | 23-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 11 | M1_G_61X_EC2 | 100795 | Remoto 4 | 7 | 25-39 | Accionamiento desde el Start de campo |
| 12 | LH_61X_EC2 | 100796 | Remoto 4 | 7 | 27-39 | Nivel alto del pozo del elevador. |
| 13 | M2_R_61X_EC1 | 100797 | Remoto 4 | 7 | 31-39 | Confirmacion de arranque del motor. |
| 14 | M2_K_61X_EC1 | 100798 | Remoto 4 | 7 | 33-39 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 15 | M2_G_61X_EC1 | 100799 | Remoto 4 | 7 | 35-39 | Accionamiento botonera de campo (LOCAL) |
| 16 | | 100800 | Remoto 4 | 7 | 37-39 | Libre |

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|------------------|-----------|----------|------|-------|--|
| 1 | R_692_ENV2 | 100801 | Remoto 4 | 8 | 1-19 | Confirmacion de arranque del envasadora. |
| 2 | | 100802 | Remoto 4 | 8 | 3-19 | Libre |
| 3 | | 100803 | Remoto 4 | 8 | 5-19 | Libre |
| 4 | | 100804 | Remoto 4 | 8 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100805 | Remoto 4 | 8 | 11-19 | Libre |
| 6 | M1_RA_672_PZ2 | 100806 | Remoto 4 | 8 | 13-19 | Falla paletizadora 2 |
| 7 | M1_R_672_PZ2 | 100807 | Remoto 4 | 8 | 15-19 | Confirmacion de arranque de la envasadora. |
| 8 | M1_K_672_PZ2 | 100808 | Remoto 4 | 8 | 17-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 9 | M1_RM_672_PZ2 | 100809 | Remoto 4 | 8 | 21-39 | Señal de arranque paletizadora 2 |
| 10 | | 100810 | Remoto 4 | 8 | 23-39 | Libre |
| 11 | EU_CONSOLA_MAQ4 | 100811 | Remoto 4 | 8 | 25-39 | Habilitada opcion local desde la consola. |
| 12 | GR_CONS_MAQ4 | 100812 | Remoto 4 | 8 | 27-39 | Arranque desde la consola |
| 13 | SR_CONS_MAQ4 | 100813 | Remoto 4 | 8 | 31-39 | Parada desde consola. |
| 14 | K_G_694_MAQ4 | 100814 | Remoto 4 | 8 | 33-39 | Listo para arrancar desde consola |
| 15 | | 100815 | Remoto 4 | 8 | 35-39 | Libre |
| 16 | LH_694_EV1 | 100816 | Remoto 4 | 8 | 37-39 | Nivel alto envasadora. |
| 1 | M1_K_PZ4 | 100817 | Remoto 4 | 9 | 1-19 | Motor listo para arranque (MCC OK) |
| 2 | | 100818 | Remoto 4 | 9 | 3-19 | Libre |
| 3 | M1_RA_673_PZ3 | 100819 | Remoto 4 | 9 | 5-19 | Falla paletizadora 3 |
| 4 | | 100820 | Remoto 4 | 9 | 7-19 | Libre |
| 5 | | 100821 | Remoto 4 | 9 | 11-19 | Libre |
| 6 | | 100822 | Remoto 4 | 9 | 13-19 | Libre |
| 7 | | 100823 | Remoto 4 | 9 | 15-19 | Libre |
| 8 | | 100824 | Remoto 4 | 9 | 17-19 | Libre |
| 9 | DC_691_EV1_SAC0S | 100825 | Remoto 4 | 9 | 21-39 | Contador de Sacos. |
| 10 | DC_692_EV1_SAC0S | 100826 | Remoto 4 | 9 | 23-39 | Contador de Sacos. |
| 11 | DC_694_EV1_SAC0S | 100827 | Remoto 4 | 9 | 25-39 | Contador de Sacos. |
| 12 | | 100828 | Remoto 4 | 9 | 27-39 | Libre |
| 13 | | 100829 | Remoto 4 | 9 | 31-39 | Libre |
| 14 | | 100830 | Remoto 4 | 9 | 33-39 | Libre |
| 15 | | 100831 | Remoto 4 | 9 | 35-39 | Libre |
| 16 | | 100832 | Remoto 4 | 9 | 37-39 | Libre |

ENTRADAS ANALOGICAS DE CAMPO (4-20 mA)

| No. | CODIGO | DIREC PLC | DROP | SLOT | PINES | DESCRIPCION |
|-----|-----------|-----------|----------|------|-------|---------------------------------------|
| 1 | Z_613_CF1 | 300001 | Remoto 4 | 3 | 1-2 | Posicion compuerta dosificadora silo3 |
| 2 | Z_614_CF1 | 300003 | Remoto 4 | 3 | 5-6 | Posicion compuerta dosificadora silo4 |
| 3 | Z_612_CF1 | 300004 | Remoto 4 | 3 | 11-12 | Posicion compuerta dosificadora silo2 |
| 4 | I_61X_EC1 | 300005 | Remoto 4 | 3 | 15-16 | Valor de corriente del elevador |
| 5 | Z_611_CF1 | 300006 | Remoto 4 | 3 | 21-22 | Posicion compuerta dosificadora silo1 |
| 6 | I_61X_EC2 | 300007 | Remoto 4 | 3 | 25-26 | Valor de corriente del elevador |
| 7 | | 300008 | Remoto 4 | 3 | 31-32 | Libre |
| 8 | | 300009 | Remoto 4 | 3 | 35-36 | Libre |

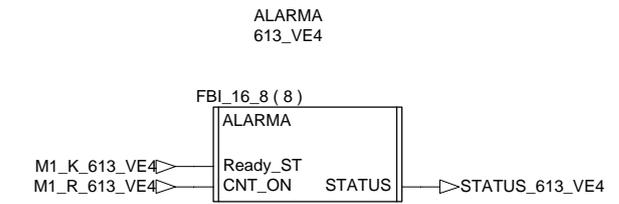
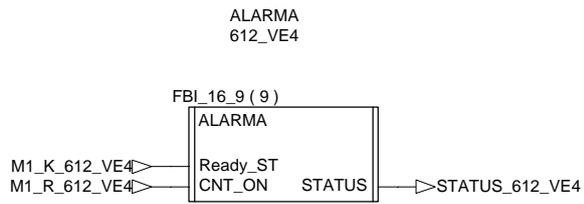
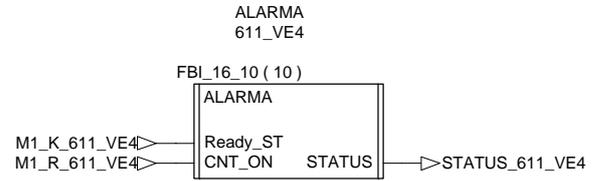
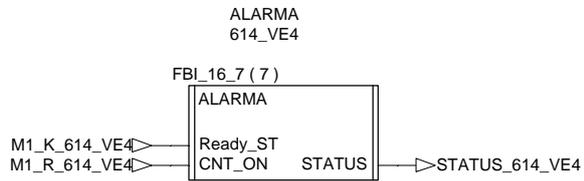
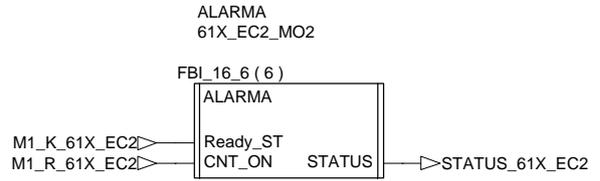
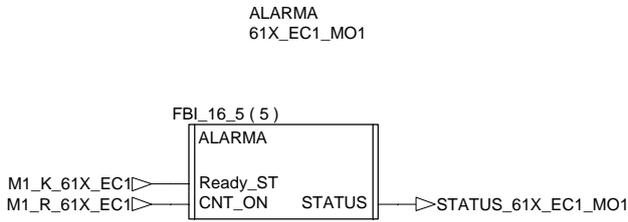
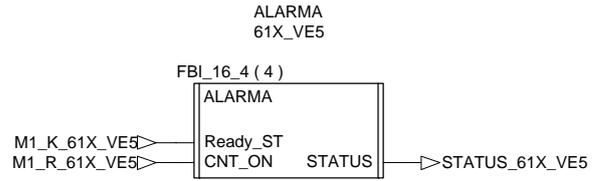
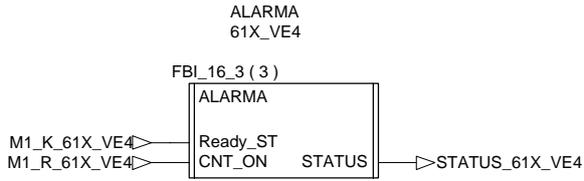
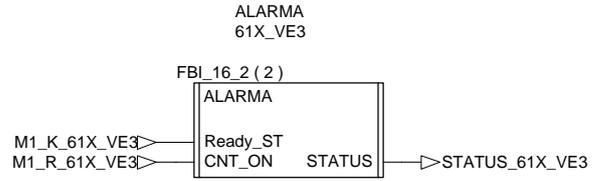
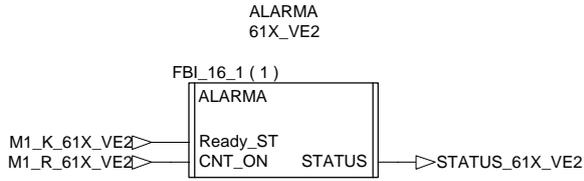
ANEXO E

Programa en FBD del sistema

ALARMA NUEVO TRANSPORTE

ALARMA NUEVO TRANSPORTE

ALARMA NUEVO TRANSPORTE



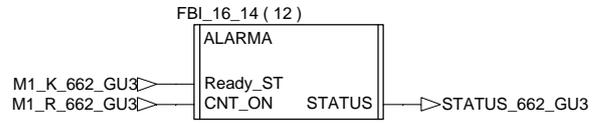
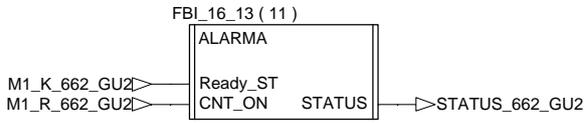
TRANSPORTE MAQUINA2

TRANSPORTE MAQUINA2

TRANSPORTE MAQUINA2

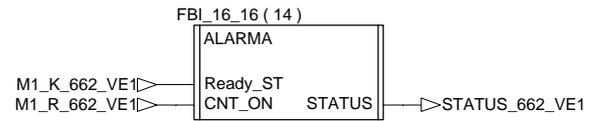
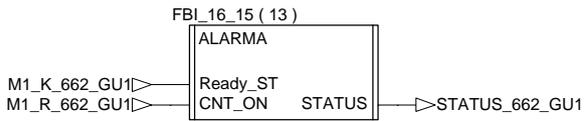
GUSANO 662_GU2

GUSANO 662_GU3



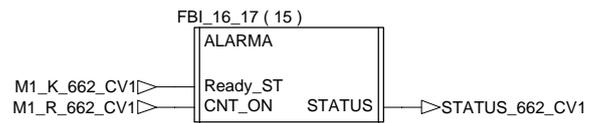
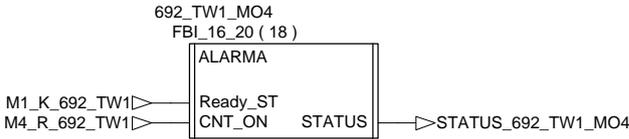
GUSANO 662_GU1

VENTILADOR CICLON DE POLVO 662_VE1



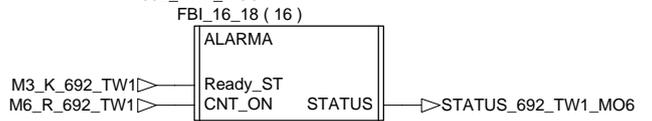
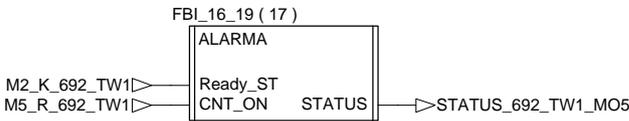
CUCHILLA TRITURADORA MAQUINA2

CRIVA VIBRATORIA 662_CV1



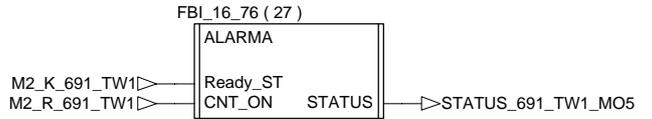
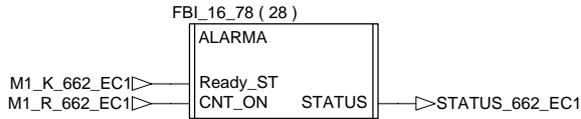
RODILLO EXTRACTOR MAQUINA2

692_TW1_MO6



CUCHILLA TRITURADORA MAQUINA2

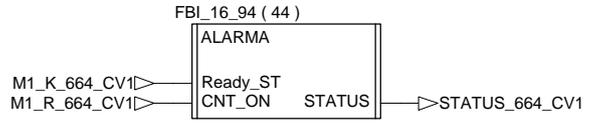
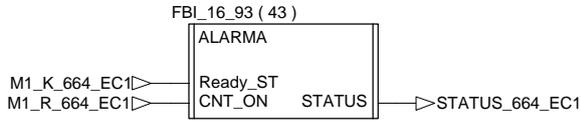
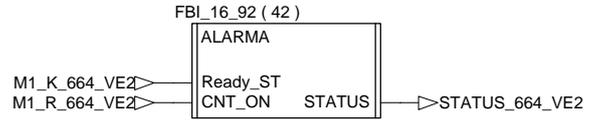
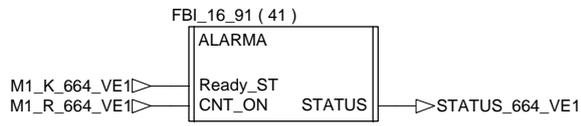
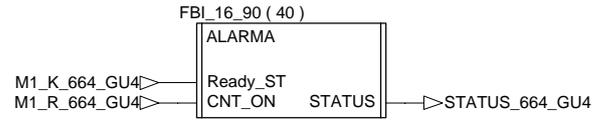
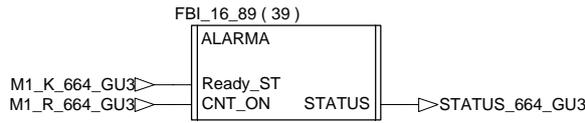
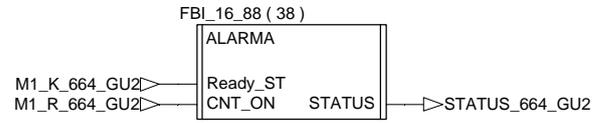
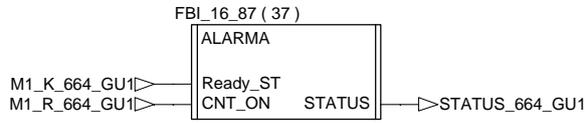
692_TW1_MO5



TRANSPORTE MAQUINA4

TRANSPORTE MAQUINA4

TRANSPORTE MAQUINA4



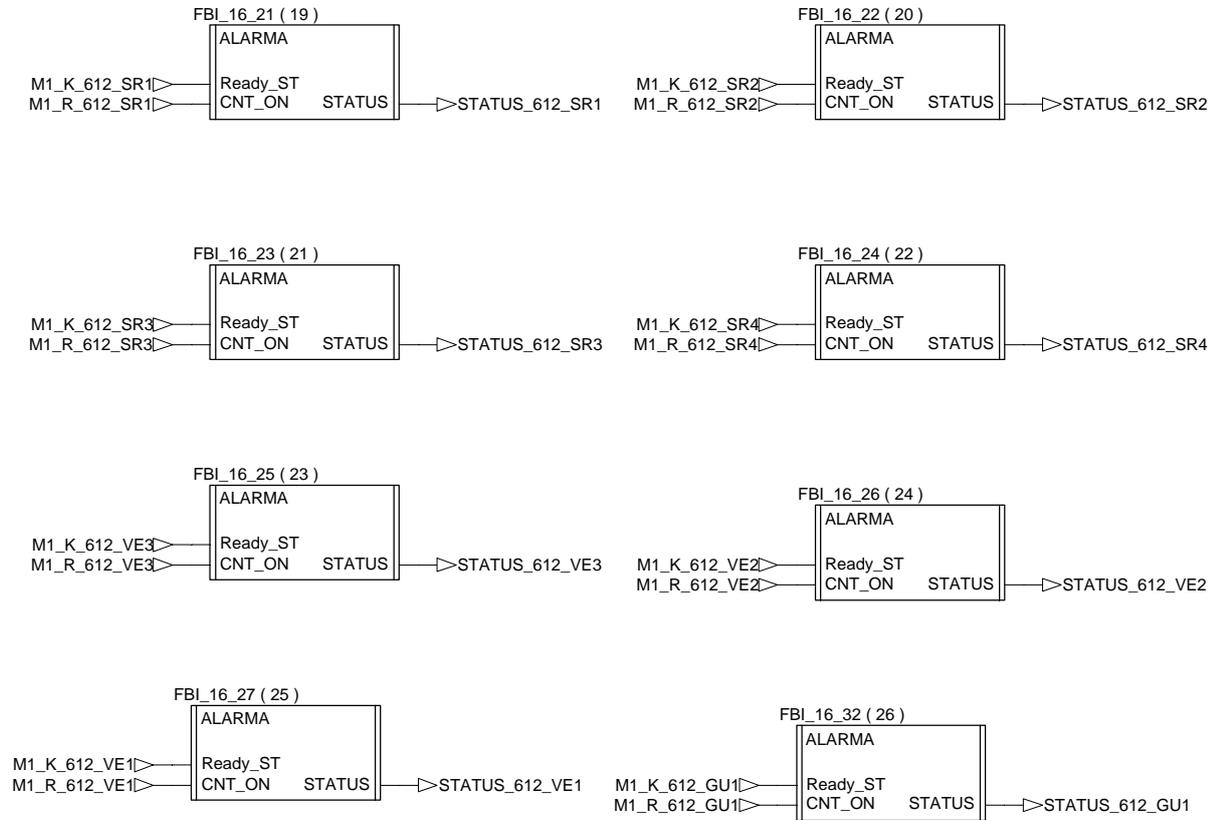
<
P
á
g
i
n
a
2

10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

ALARMAS IBAU_SILO2

ALARMAS IBAU_SILO2

ALARMAS IBAU_SILO2



110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

80

90

100

110

120

130

140

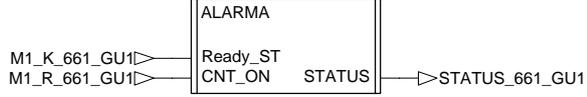
150

TRANSPORTE MAQUINA1

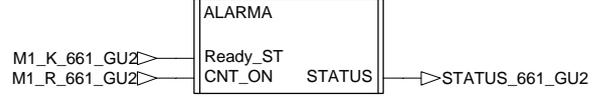
TRANSPORTE MAQUINA1

TRANSPORTE MAQUINA1

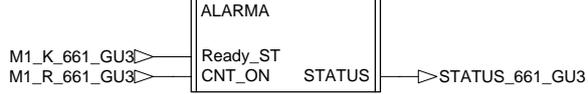
FBI_16_79 (29)



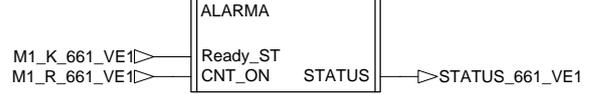
FBI_16_80 (30)



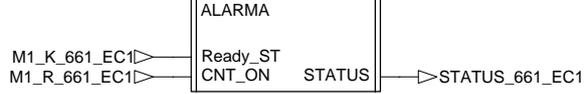
FBI_16_83 (33)



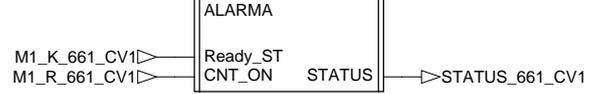
FBI_16_84 (34)



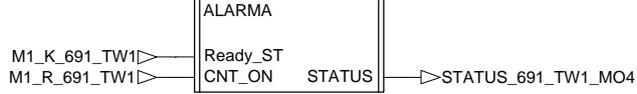
FBI_16_82 (32)



FBI_16_81 (31)



FBI_16_85 (35)



FBI_16_86 (36)



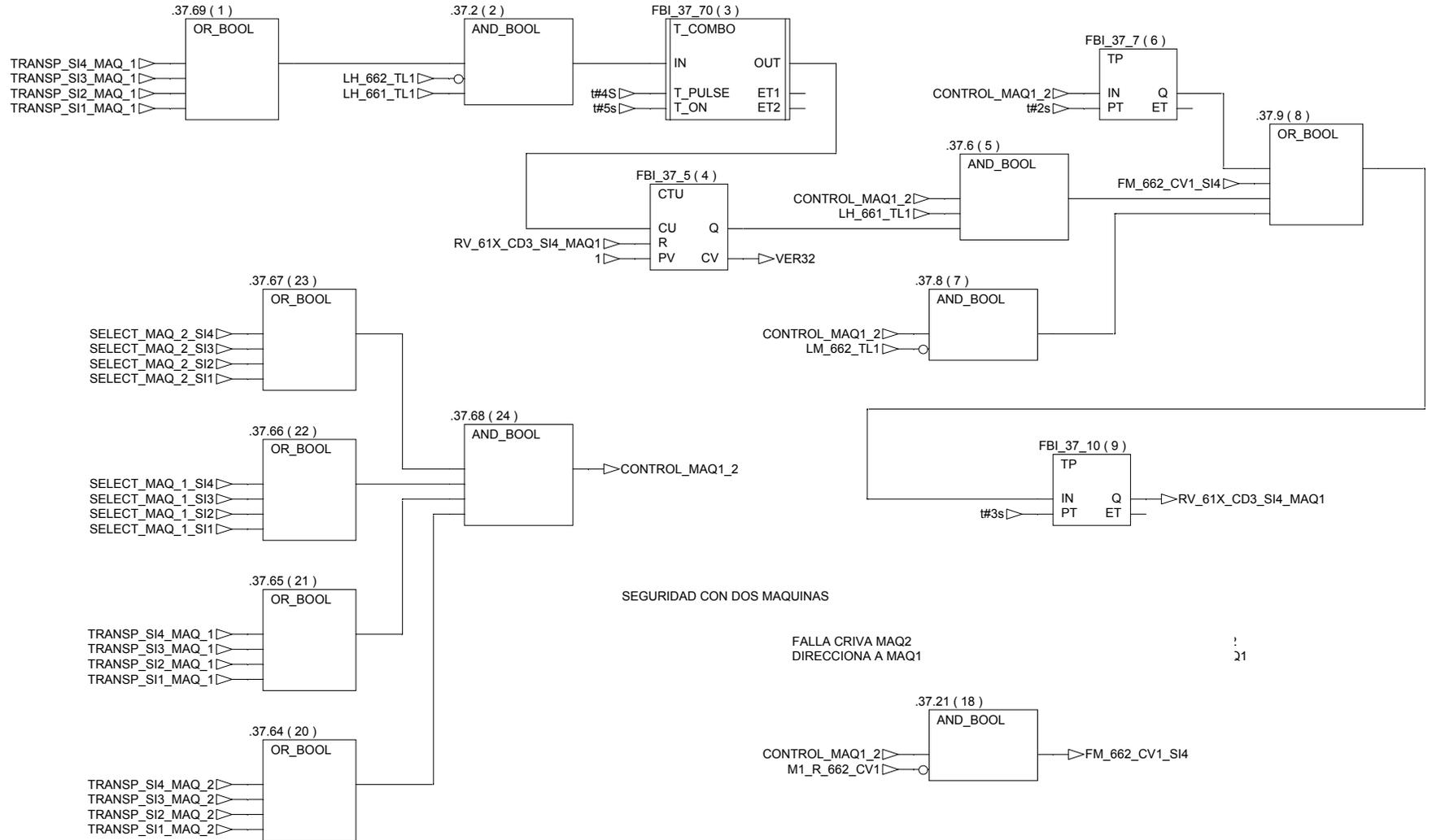
<
P
á
g
i
n
a
4

110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

Graph of section CONTROL_61X_CD3

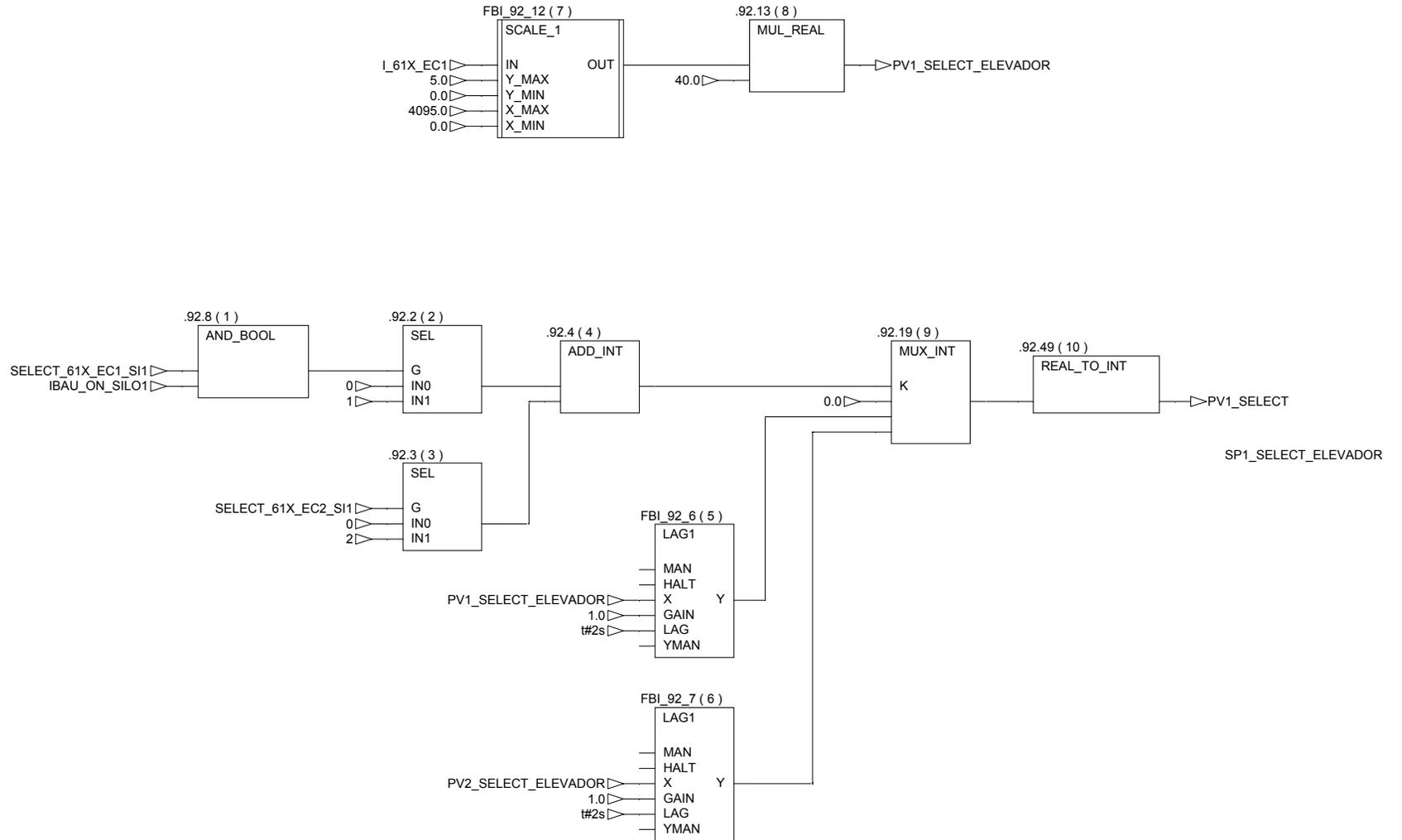
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

CONTROL DE DIRECCIONAMIENTO
CON DOS MAQUINAS DEPENDIENDO DEL NIVEL



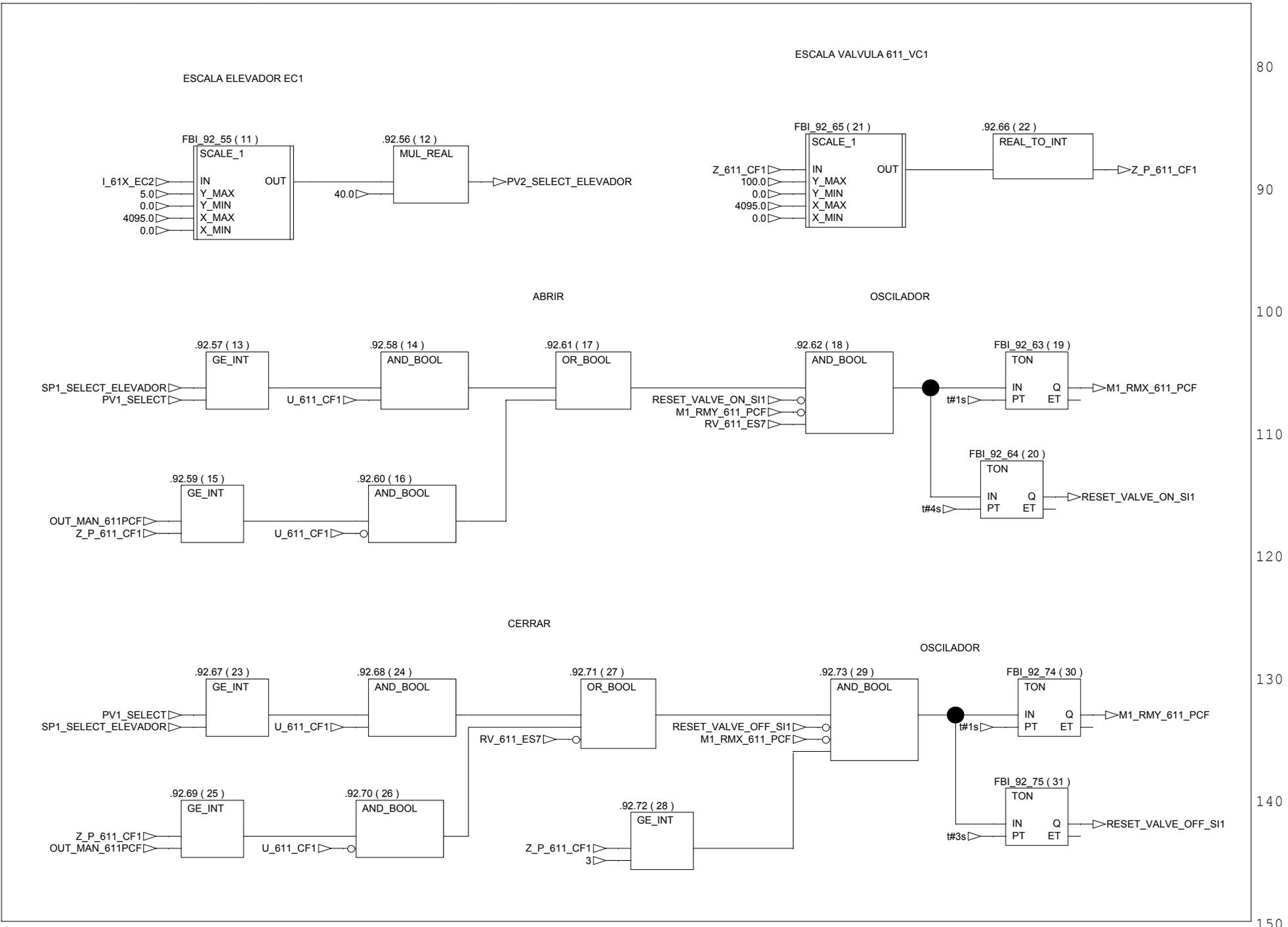
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

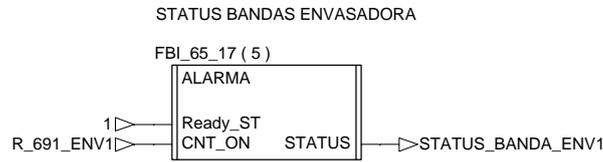
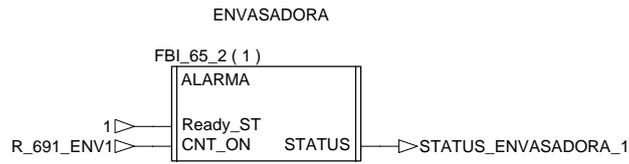
ESCALA ELEVADOR EC1



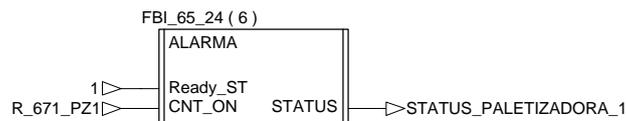
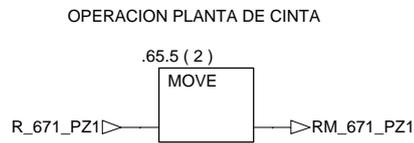
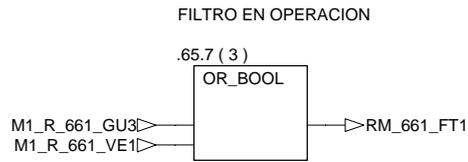
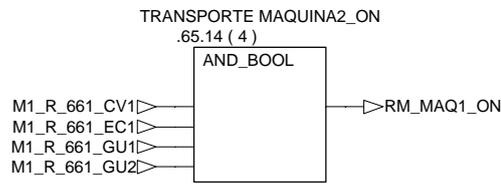
10
20
30
40
50
60
70

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

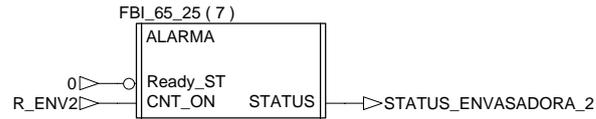




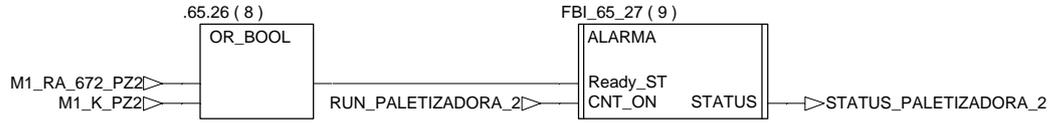
TRANSPORTE MAQUINA 1 EN MARCHA TRANSPORTE MAQUINA 1 EN MARCHA



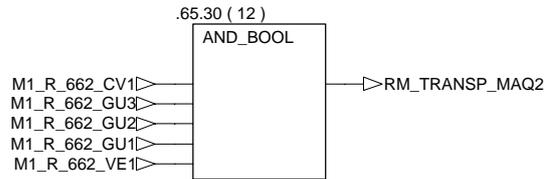
SEÑALIZACION



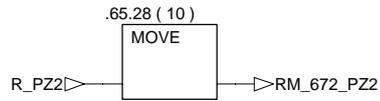
PALETIZADORA



TRANSPORTE MAQUINA2_ON

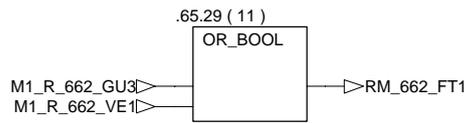


OPERACION PLANTA DE CINTA



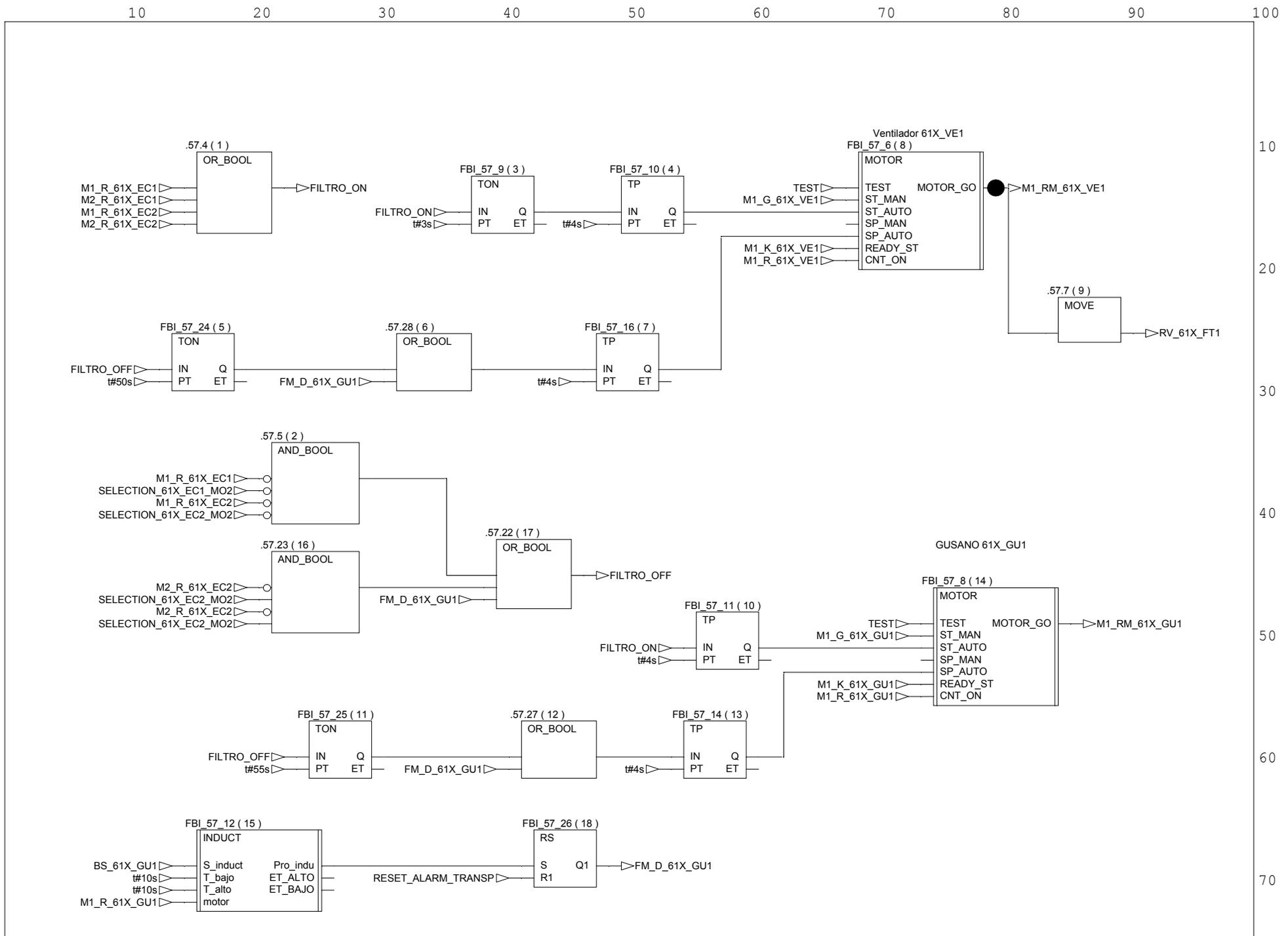
SEÑAL DESDE LA PALETIZADORA HASTA LA ENVASADORA

FILTRO EN OPERACION



<
P
á
g
i
n
a
1

Graph of section FILTRO_GENERAL

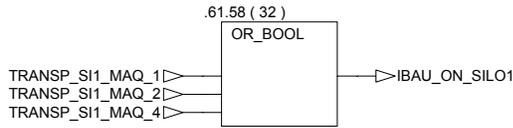


ARRANQUE GRUPO IBAU SILO1

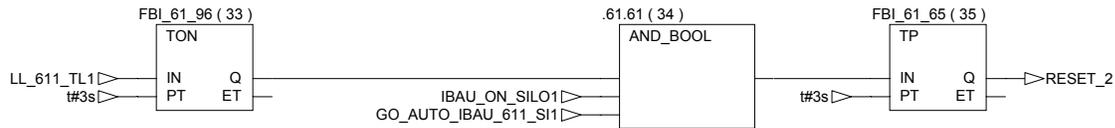
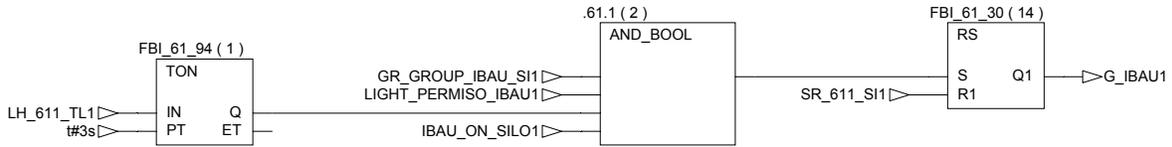
IBAU_SIL01

IBAU_SIL01

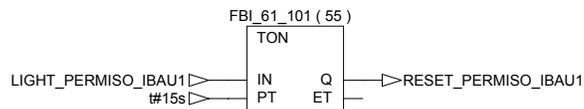
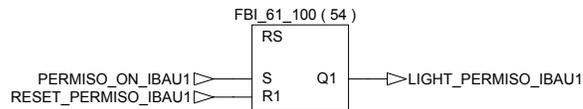
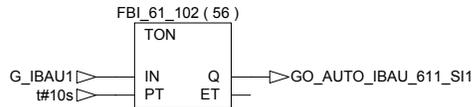
IBAU_SIL01

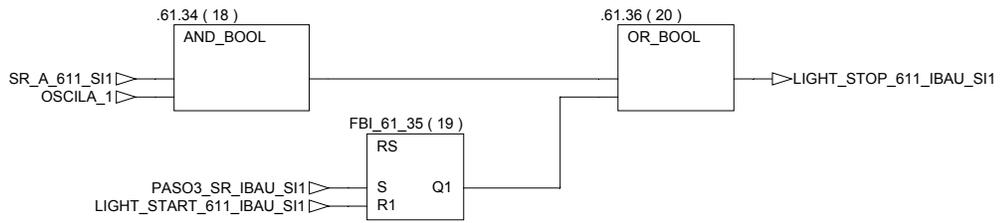
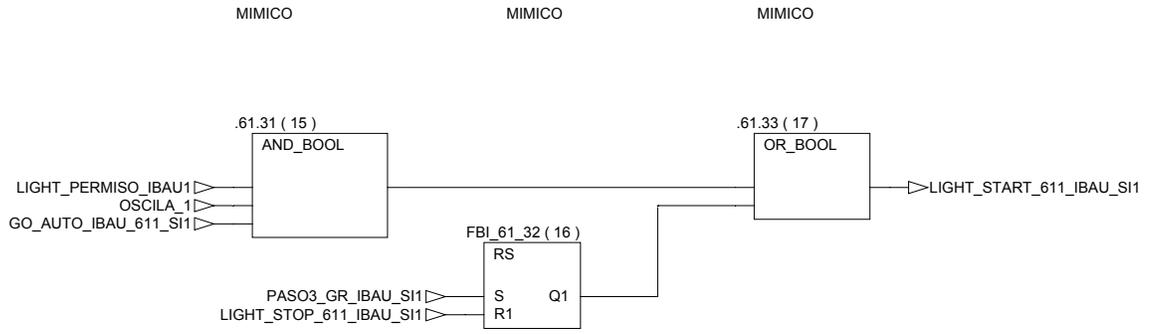


ARRANQUE SECUENCIA DE GRUPO

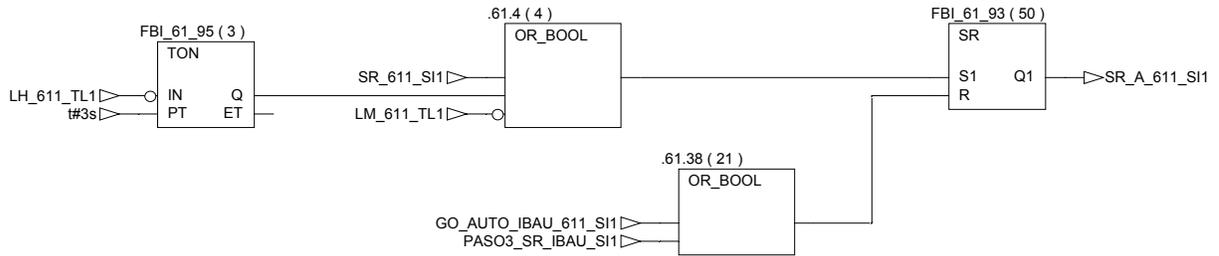


AVISO IBAU SILO1



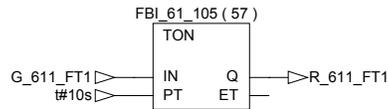


PARADA GRUPO

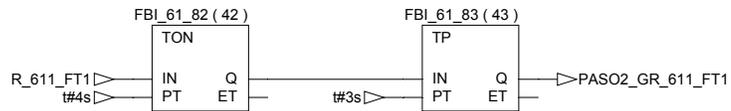
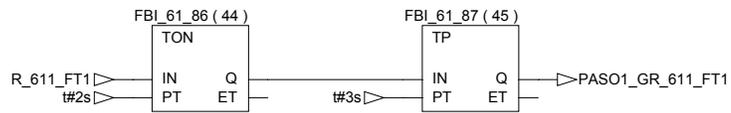


ARRANQUE DE FILTRO Y VENTILACION DEL SILO1

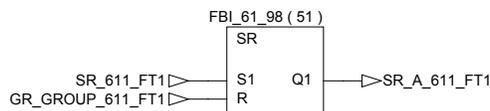
ARRANQUE FILTRO



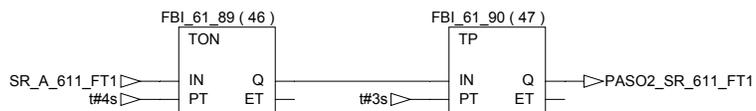
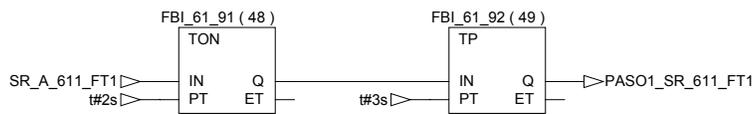
PASOS DE ARRANQUE FILTRO



PARADA DE FILTRO



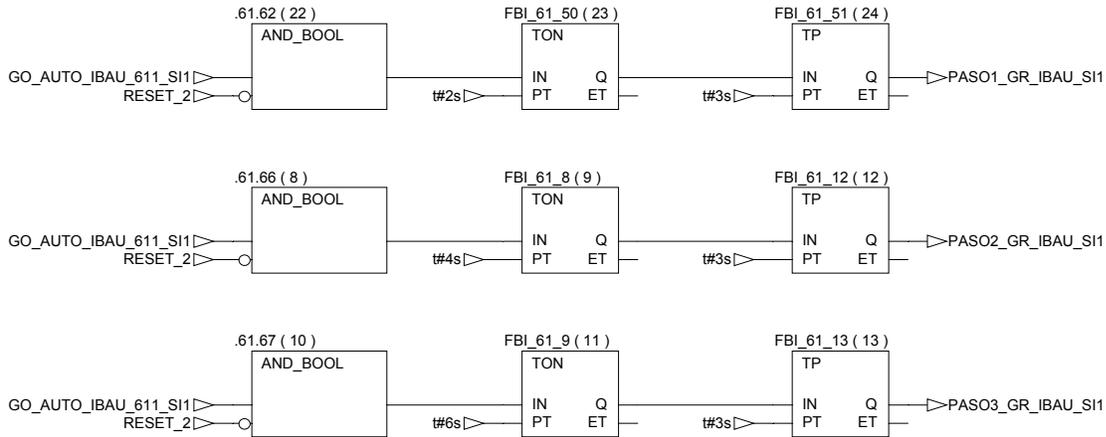
PASOS DE PARADA FILTRO



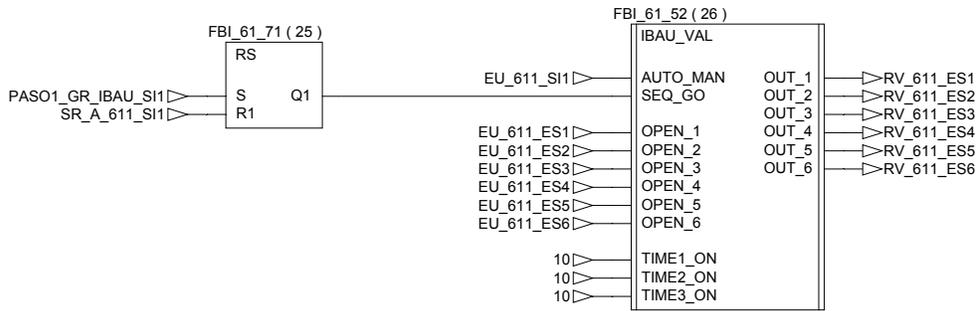
10 20 30 40 50 60 70

PASOS DE ARRANQUE

!UE

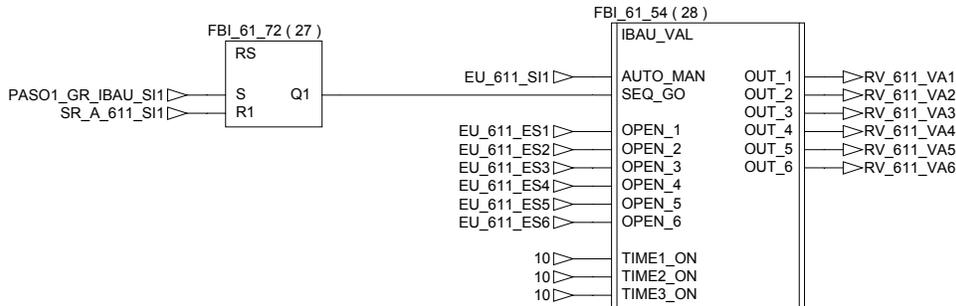


VALVULAS DESLIZANTES



VALVULAS CANALONES

FALTAN INDUCTIVOS FULL OPEN VALVULAS DESLIZANTES



80

90

100

110

120

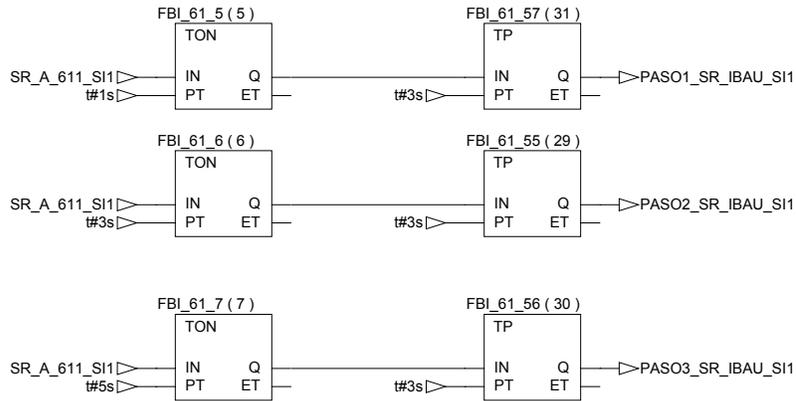
130

140

150

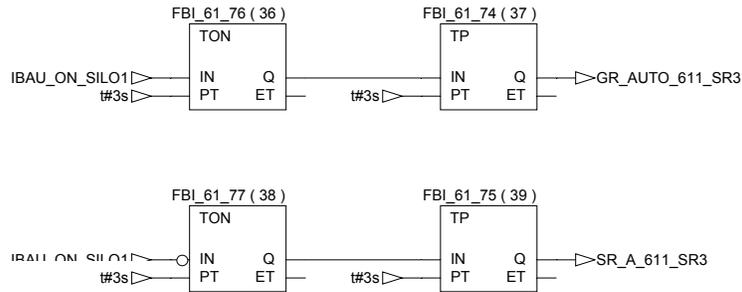
PASOS DE PARADA

PARADA DE COMPRESORES
ADOR DE ALIMENTACION A
CANALONES



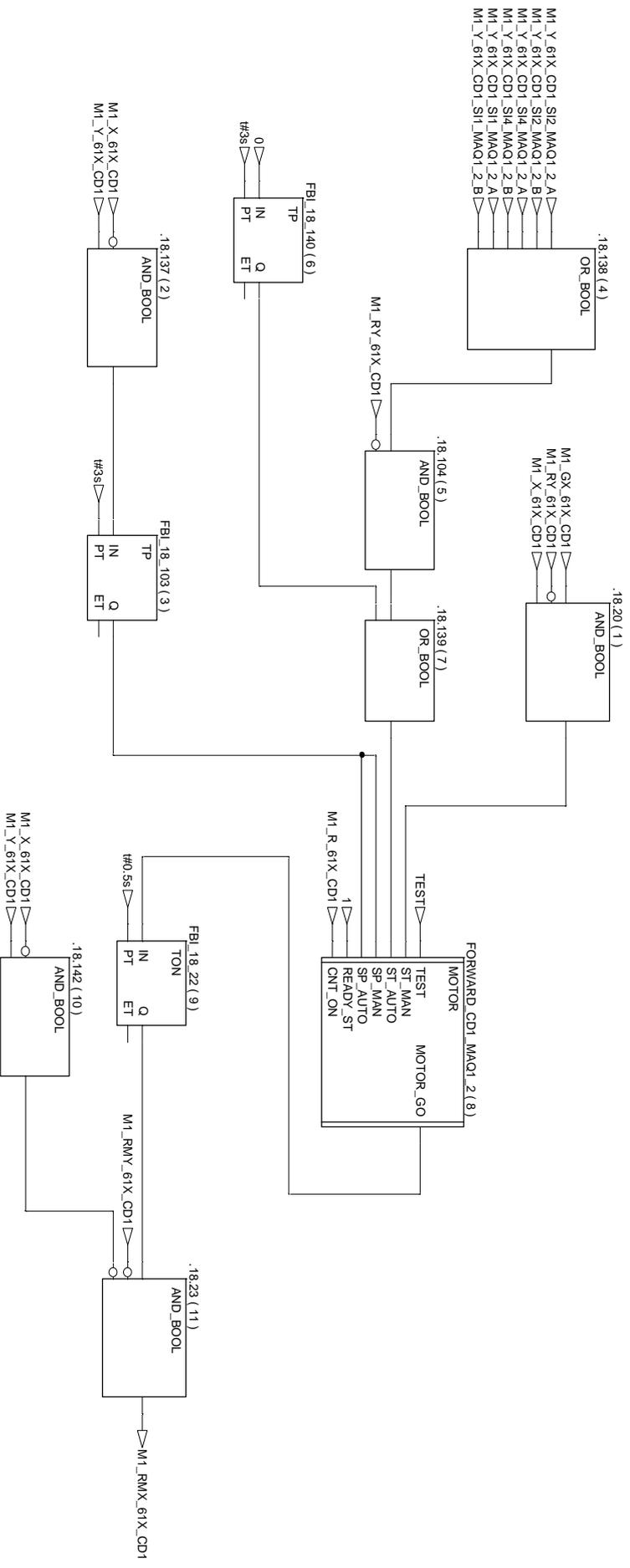
DESCARGA TOLVA 611_TL1

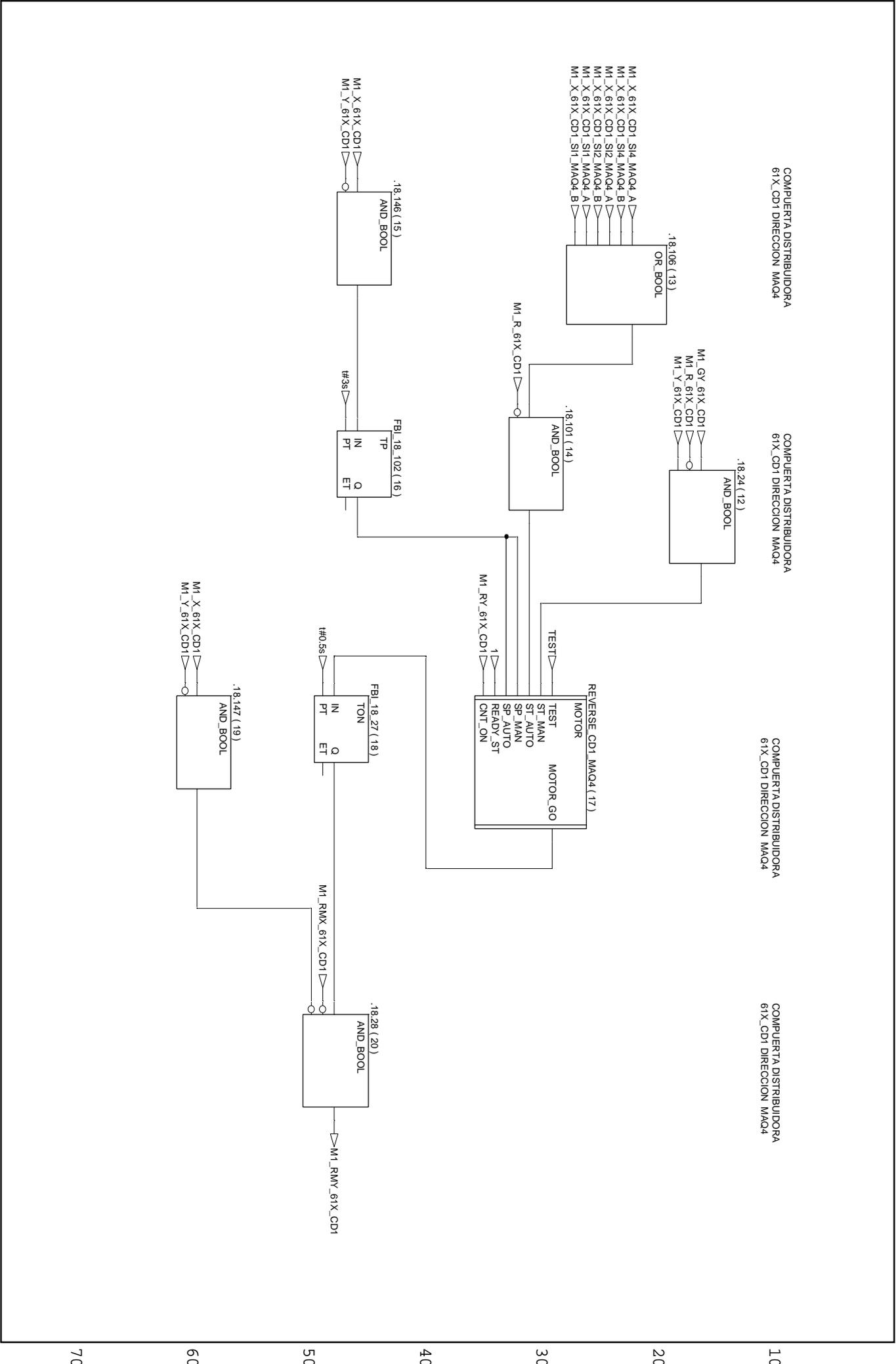
CONTROL SOPLADOR 611_SR3



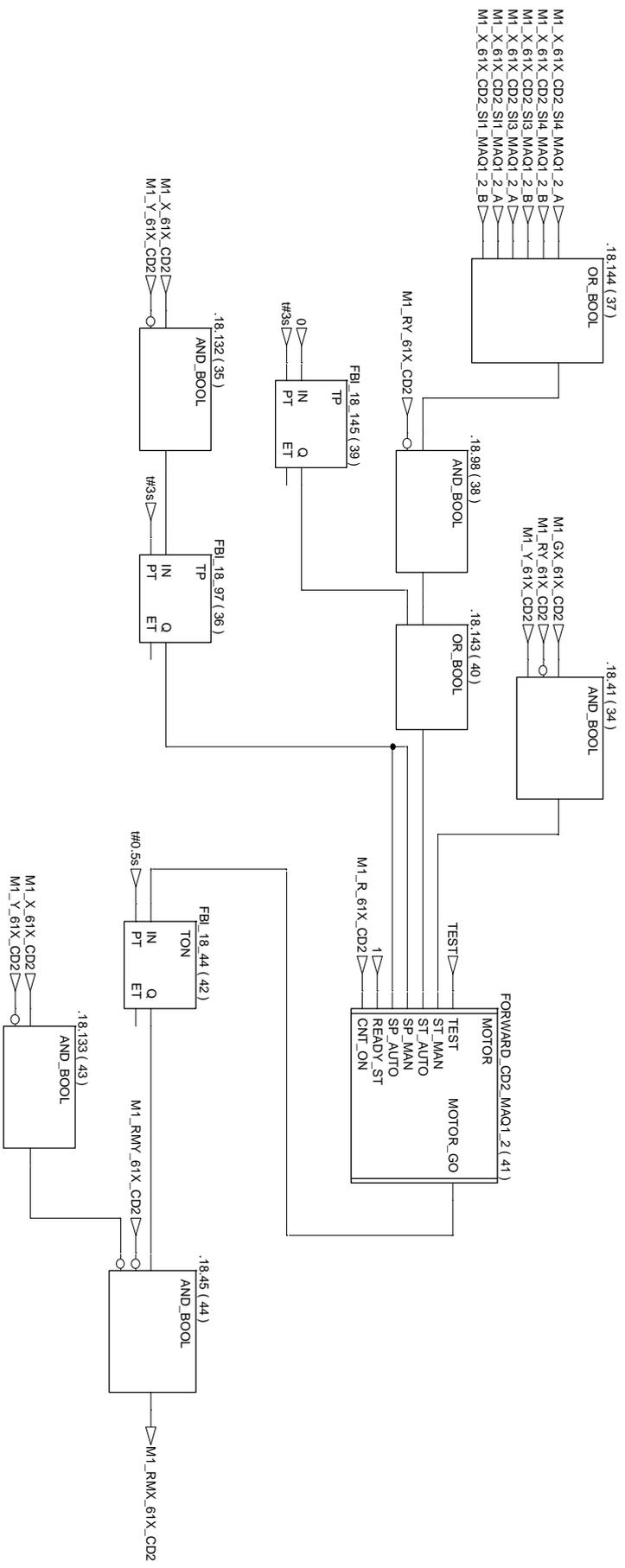
<
p
a
g
e
4

COMPUERTA DISTRIBUIDORA 61X_CD1 DIRECCION MAQ1-2 COMPUERTA DISTRIBUIDORA 61X_CD1 DIRECCION MAQ1-2

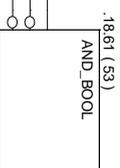
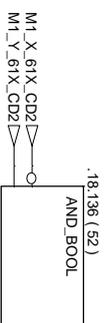
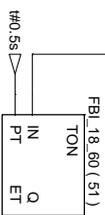
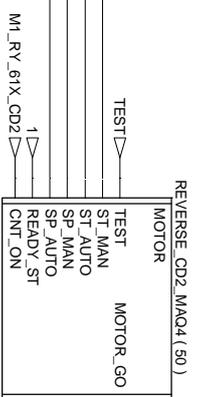
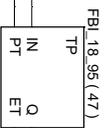
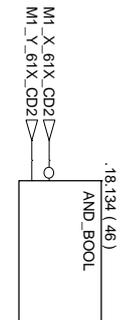
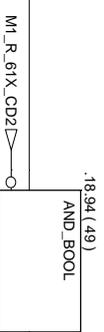
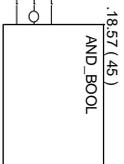
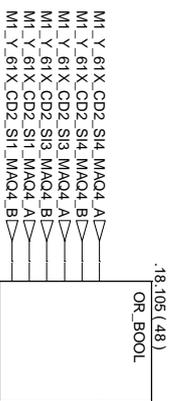




COMPUERTA DISTRIBUIDORA
61X_CD2 DIRECCION MAQ1-2



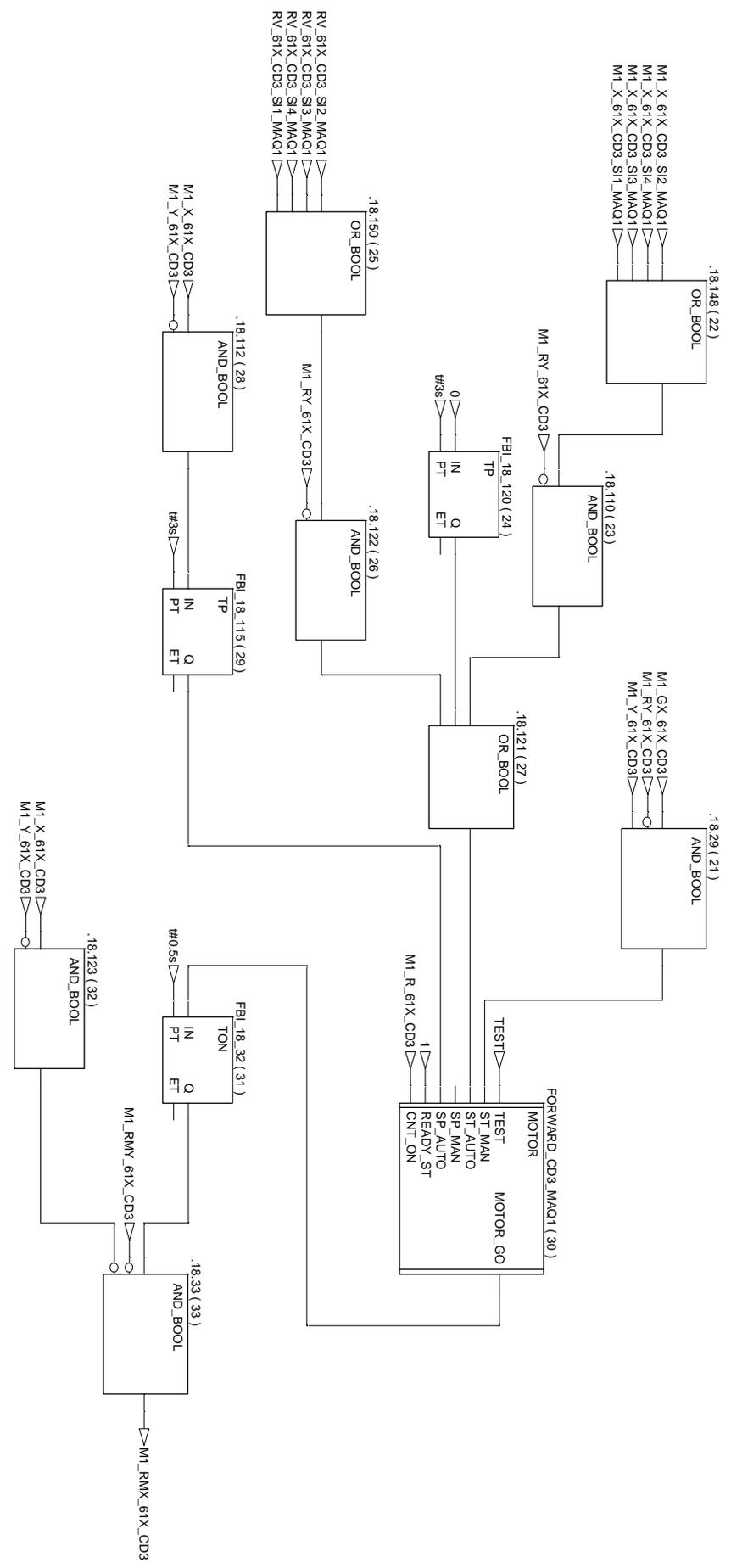
COMPUERTA DISTRIBUIDORA
61X_CD2 DIRECCION MAQ4



M1_RMY_61X_CD2

< página 3

COMPUERTA DISTRIBUIDORA
61X_CD1 DIRECCION MAQ1



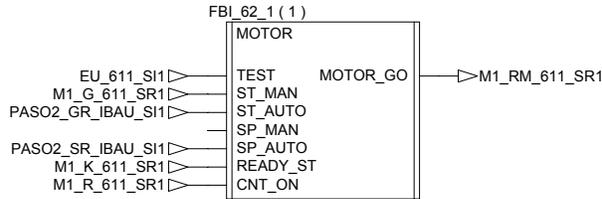
160
170
180
190
200
210
220

AIREACION AL SILO1

1

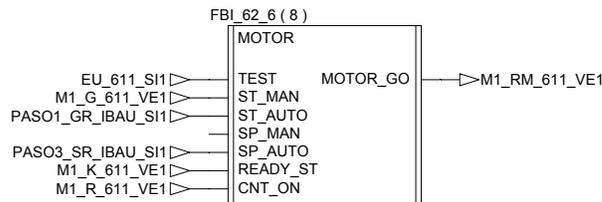
COMPRESOR

611_SR1

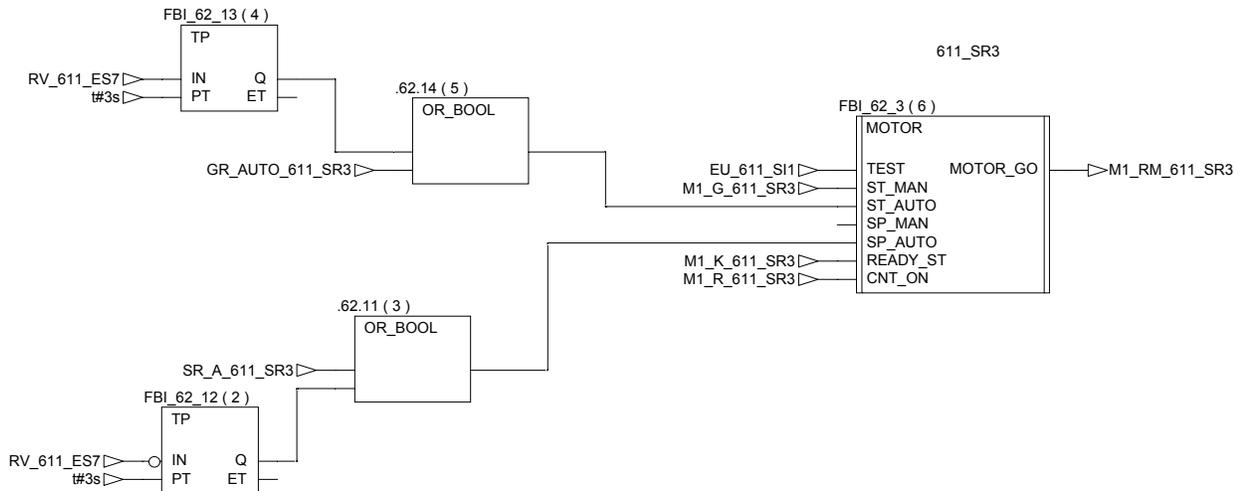


VENTILADOR CANALONES

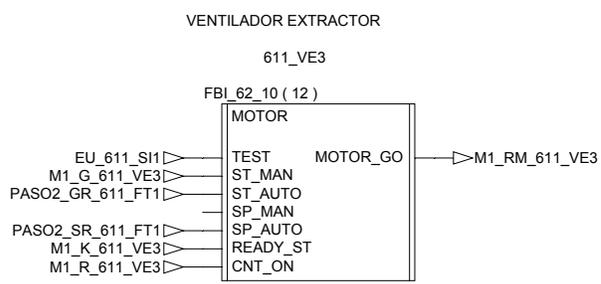
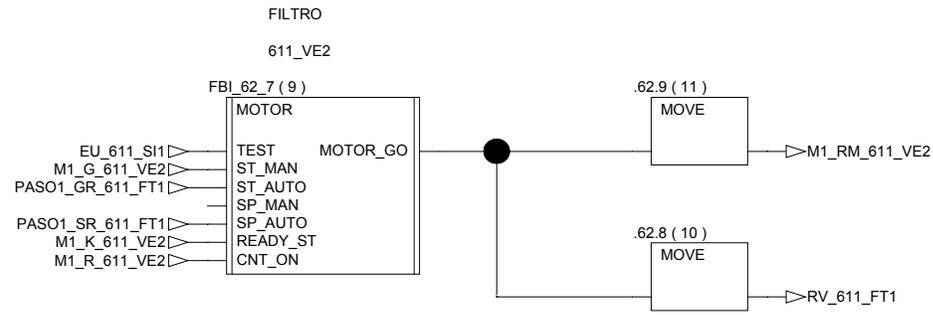
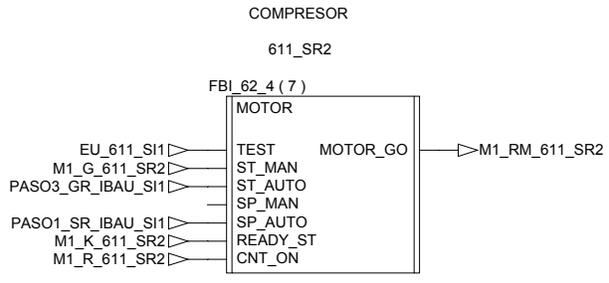
611_VE1



DESCARGA DEL SILO

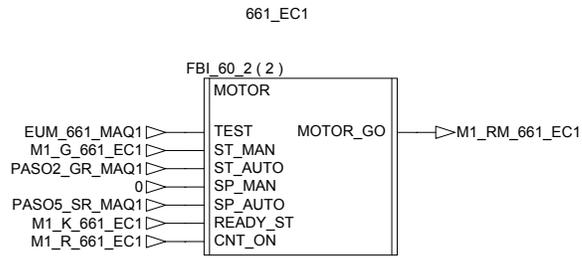
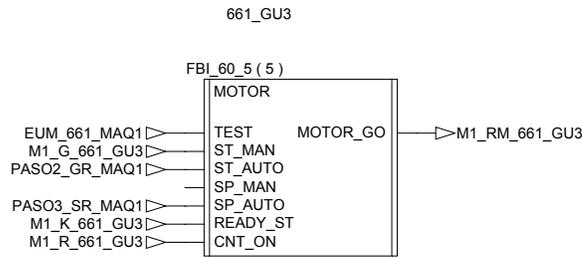
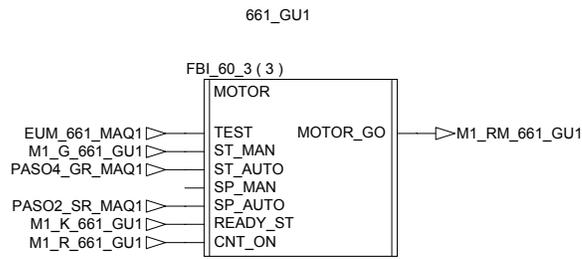
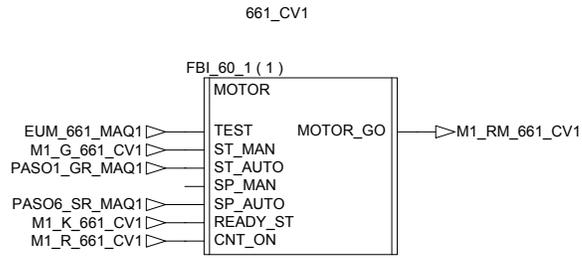


10 20 30 40 50 60 70



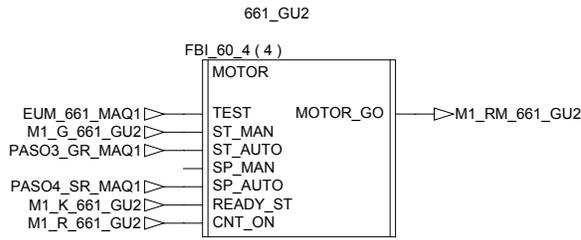
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

MOTORES TRANSPORTE MAQUINA1

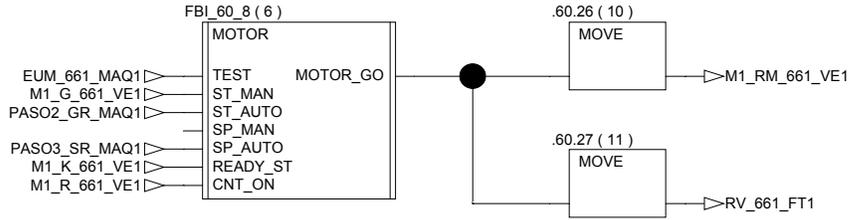


10 20 30 40 50 60 70

MOTORES TRANSPORTE MAQUINA1

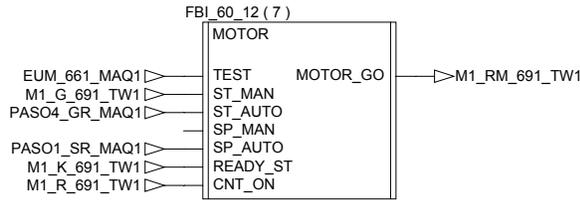


661_VE1



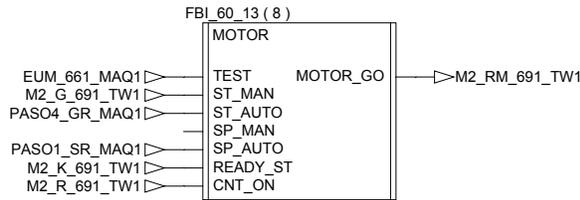
CUCHILLA TRITURADORA MAQUINA2

691_TW1_MO1



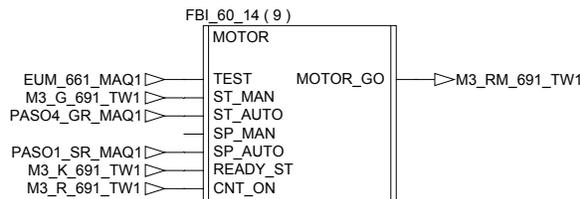
CUCHILLA TRITURADORA MAQUINA2

691_TW1_MO2



RODILLO EXTRACTOR MAQUINA2

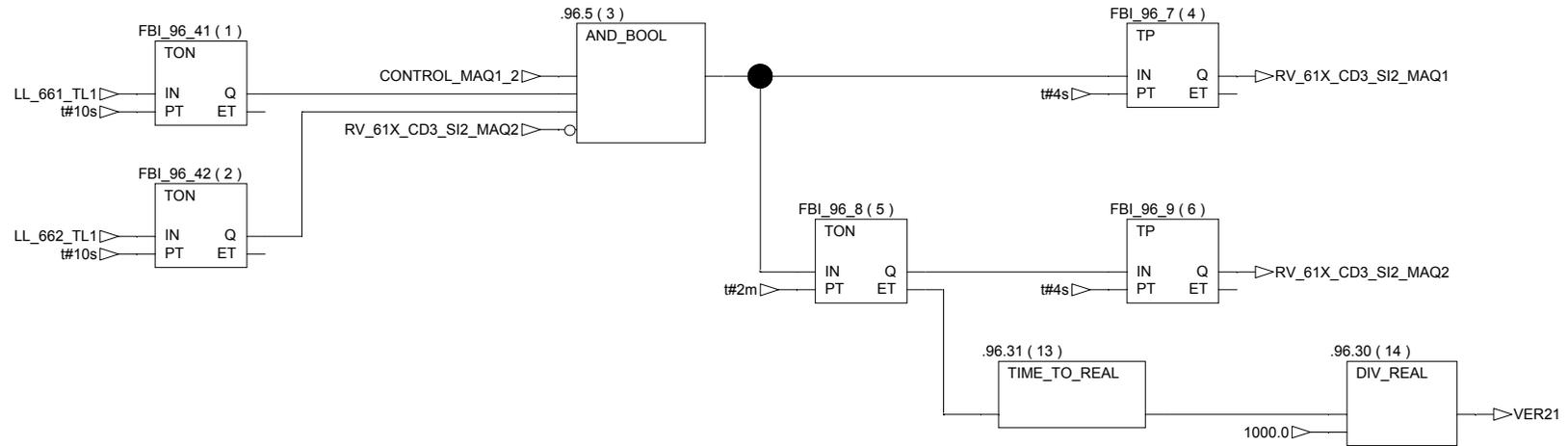
691_TW1_MO3



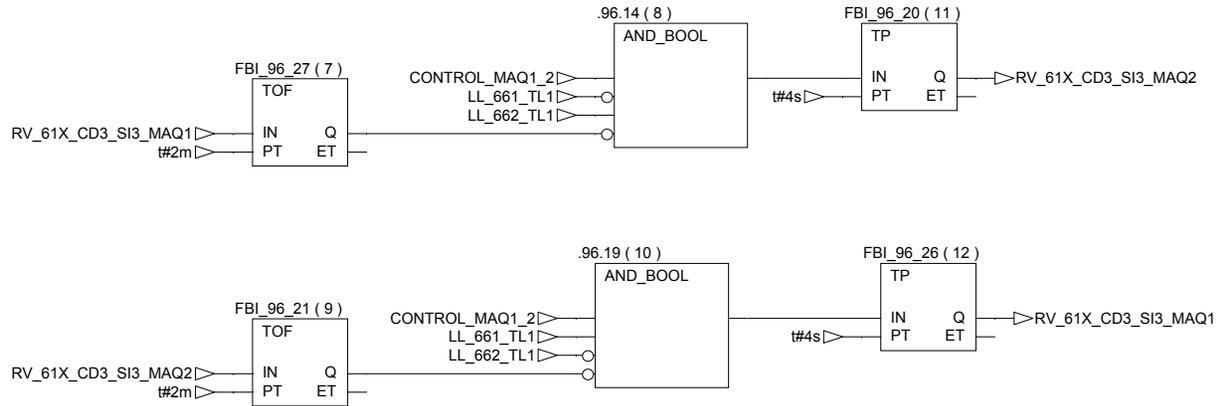
Graph of section NIVEL_BAJO_61X_CD3

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

CONTROL NIVEL BAJO DOS MAQUINAS



CONTROL CON UN NIVEL BAJO MAQUINAS

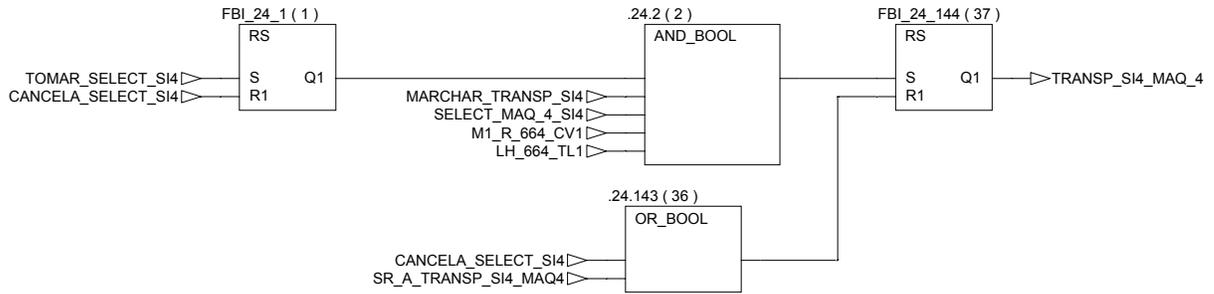


Graph of section Transp_Si4_Maquina4

10 20 30 40 50 60 70

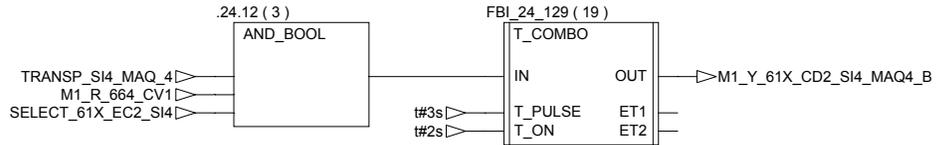
SELECCION SILO4 A MAQ 4

SELECCION TOMADA DESDE INTOUCH

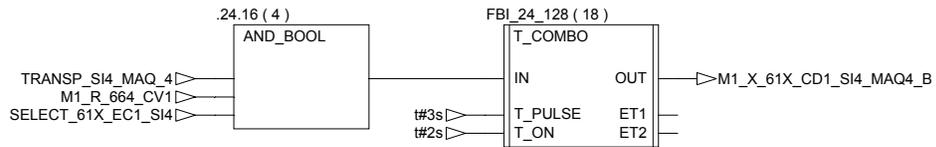


ARRANQUE AUTOMATICO
SELECCION DE COMPUERTAS

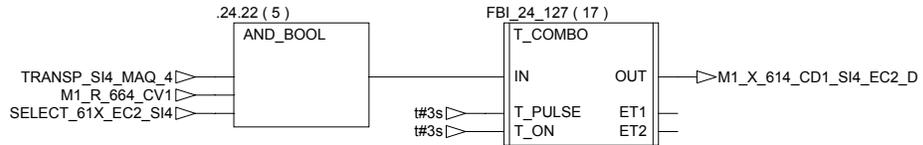
COMPUERTAS DISTRIBUIDORA
61X_CD2 DIRECCION EC2



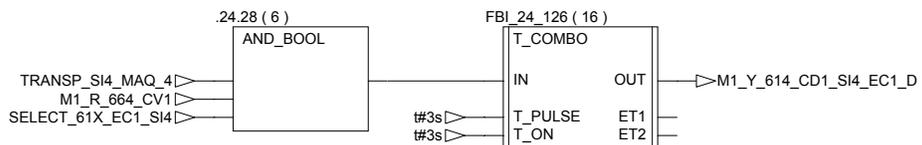
COMPUERTAS DISTRIBUIDORA
61X_CD1 DIRECCION EC1



COMPUERTAS DISTRIBUIDORA
614_CD1 DIRECCION EC1



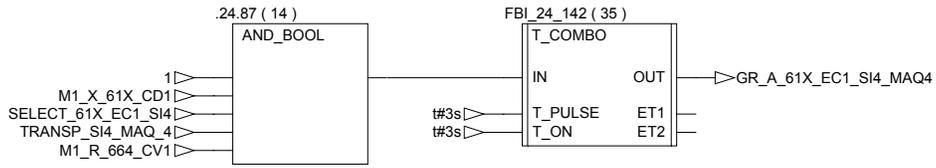
COMPUERTAS DISTRIBUIDORA
614_CD1 DIRECCION EC2



Graph of section Transp_Si4_Maquina4

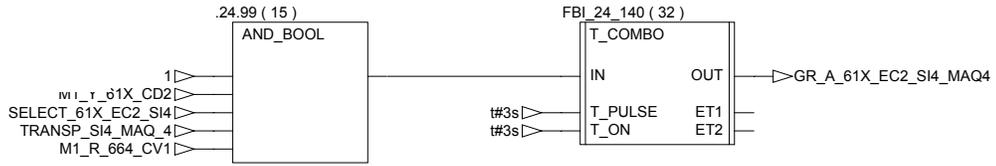
80 90 100 110 120 130 140 150

ARRANQUE AUTOMATICO
ELEVADOR 61X_EC1

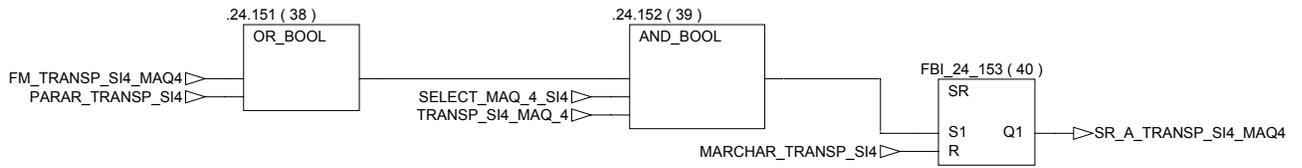


ARRANQUE AUTOMATICO
ELEVADOR 61X_EC2

ARRANQUE AUTOMATICO



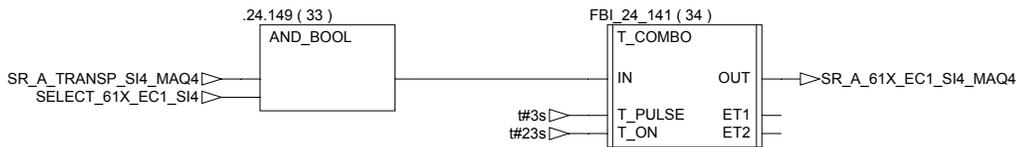
PARADA AUTOMATICA



PARADA AUTOMATICA
ELEVADOR 61X_EC1

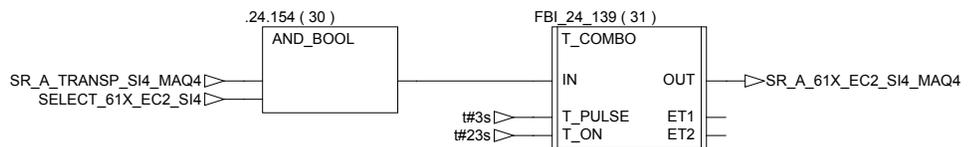
PARADA AUTOMATICA

ELEVADOR 61X_EC1



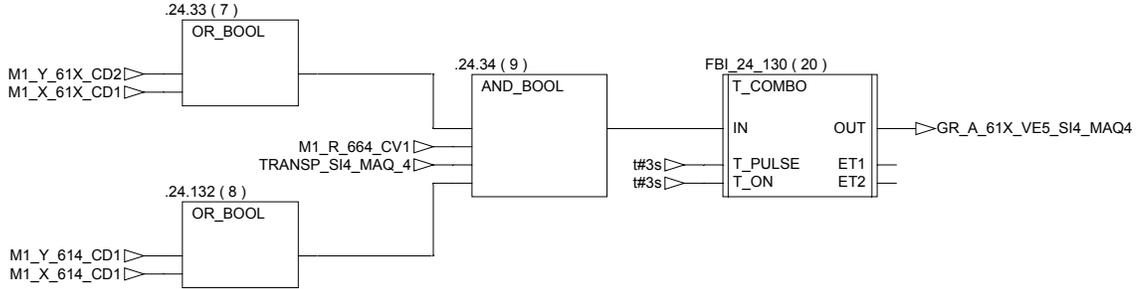
PARADA AUTOMATICA
ELEVADOR 61X_EC2

PARADA AUTOMATICA
ELEVADOR 61X_EC2

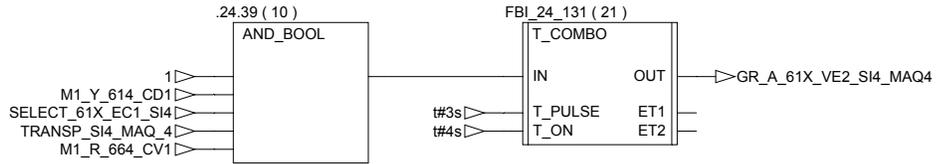


ARRANQUE AUTOMATICO VENTILADORES

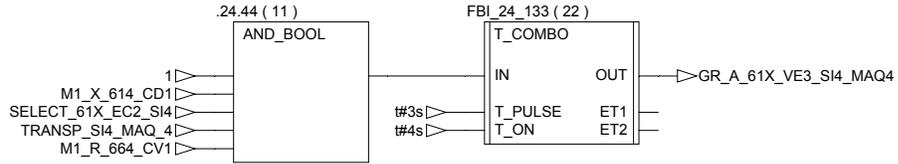
ARRANQUE VENTILADOR 61X_VE5



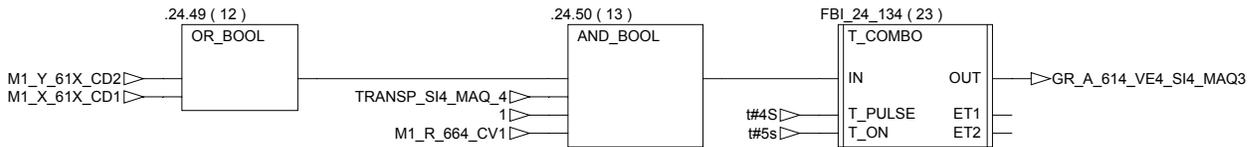
ARRANQUE VENTILADOR 61X_VE2



ARRANQUE VENTILADOR 61X_VE3



ARRANQUE VENTILADOR 614_VE4



80

90

100

110

120

130

140

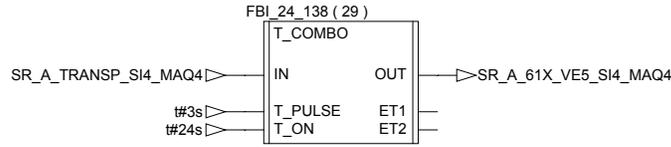
150

IA AUTOMATICA
.ADRES

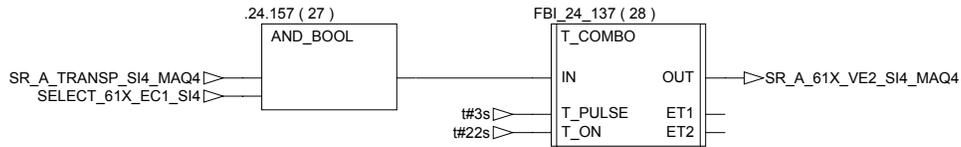
TOMATICA
RES

ATICA

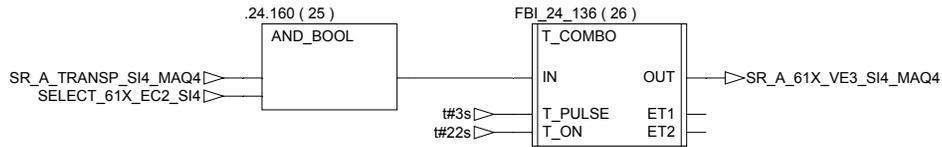
PARADA VENTILADOR 61X_VE5



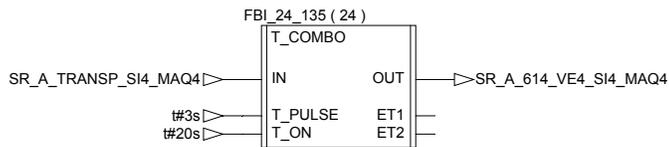
PARADA VENTILADOR 61X_VE2



PARADA VENTILADOR 61X_VE3



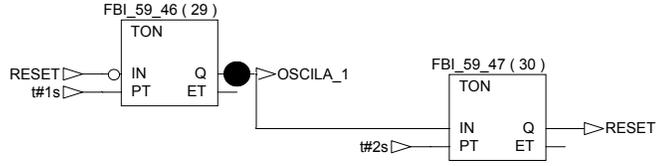
PARADA VENTILADOR 614_VE4



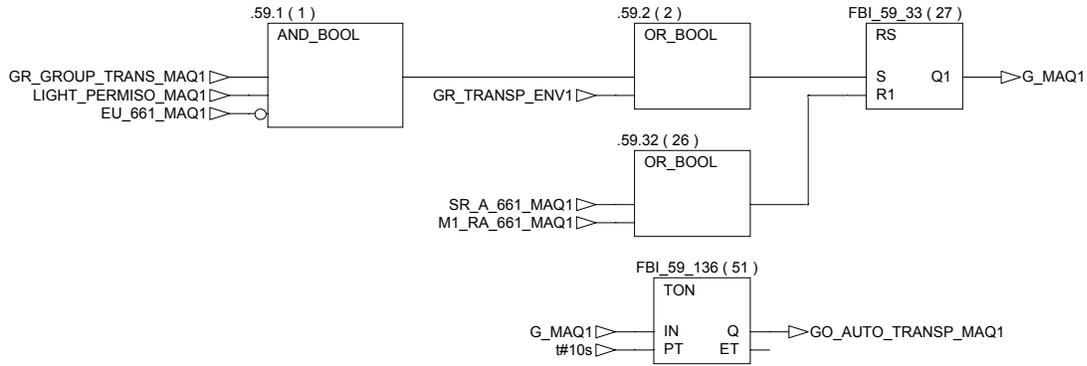
<
p
a
g
e
3

ARRANQUE GRUPO TRANSPORTE MAQUINA1

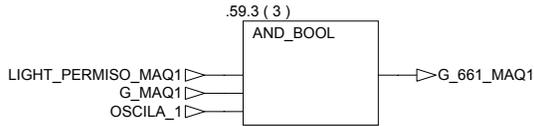
OSCILADOR PARA MIMICOS



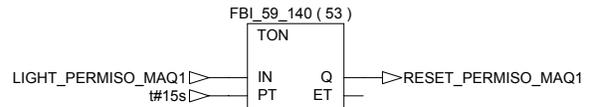
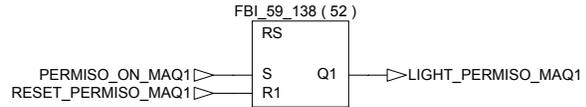
ARRANQUE SECUENCIA DE GRUPO



AVISO DE CORNETA

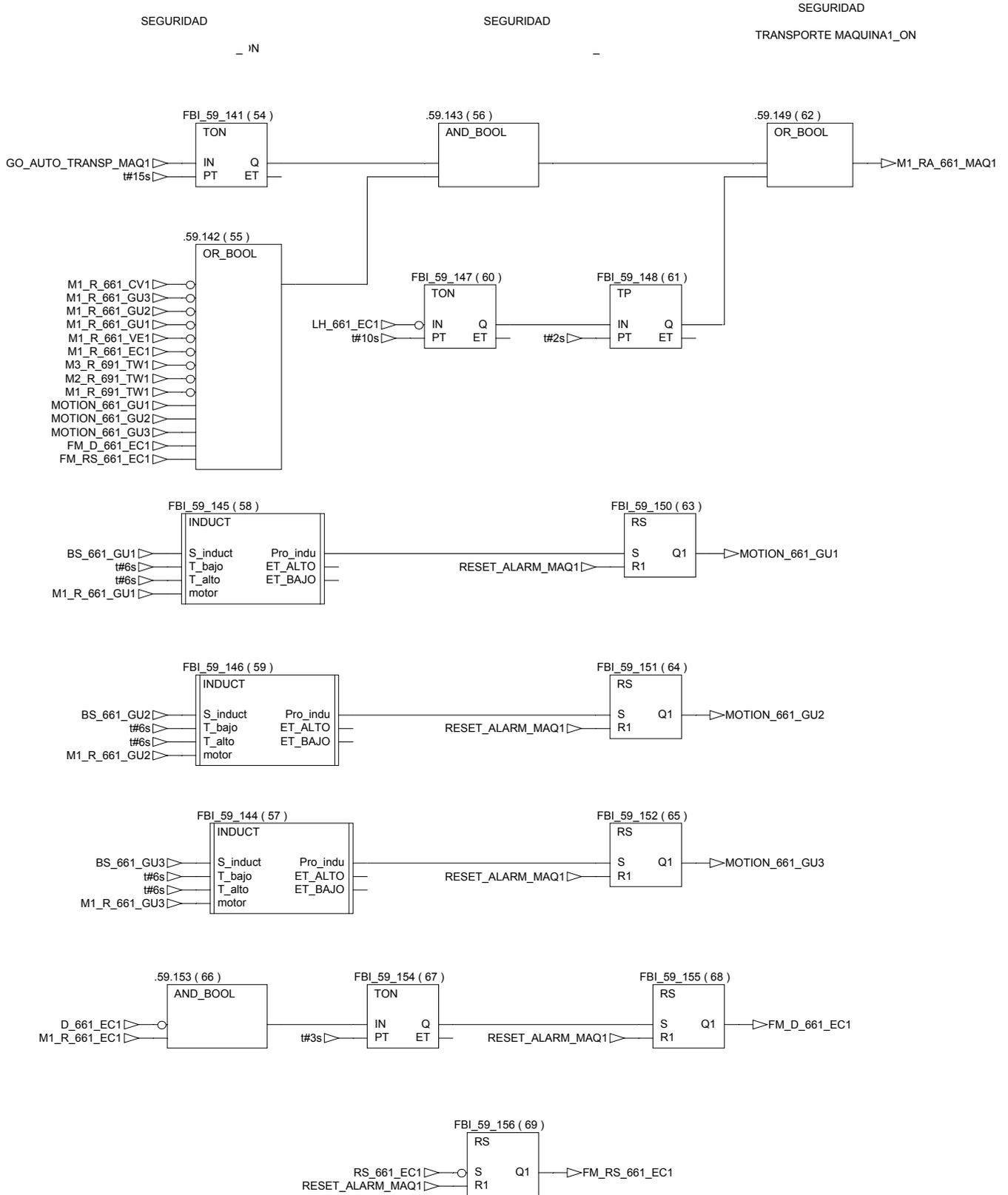


PERMISO MAQUINA1



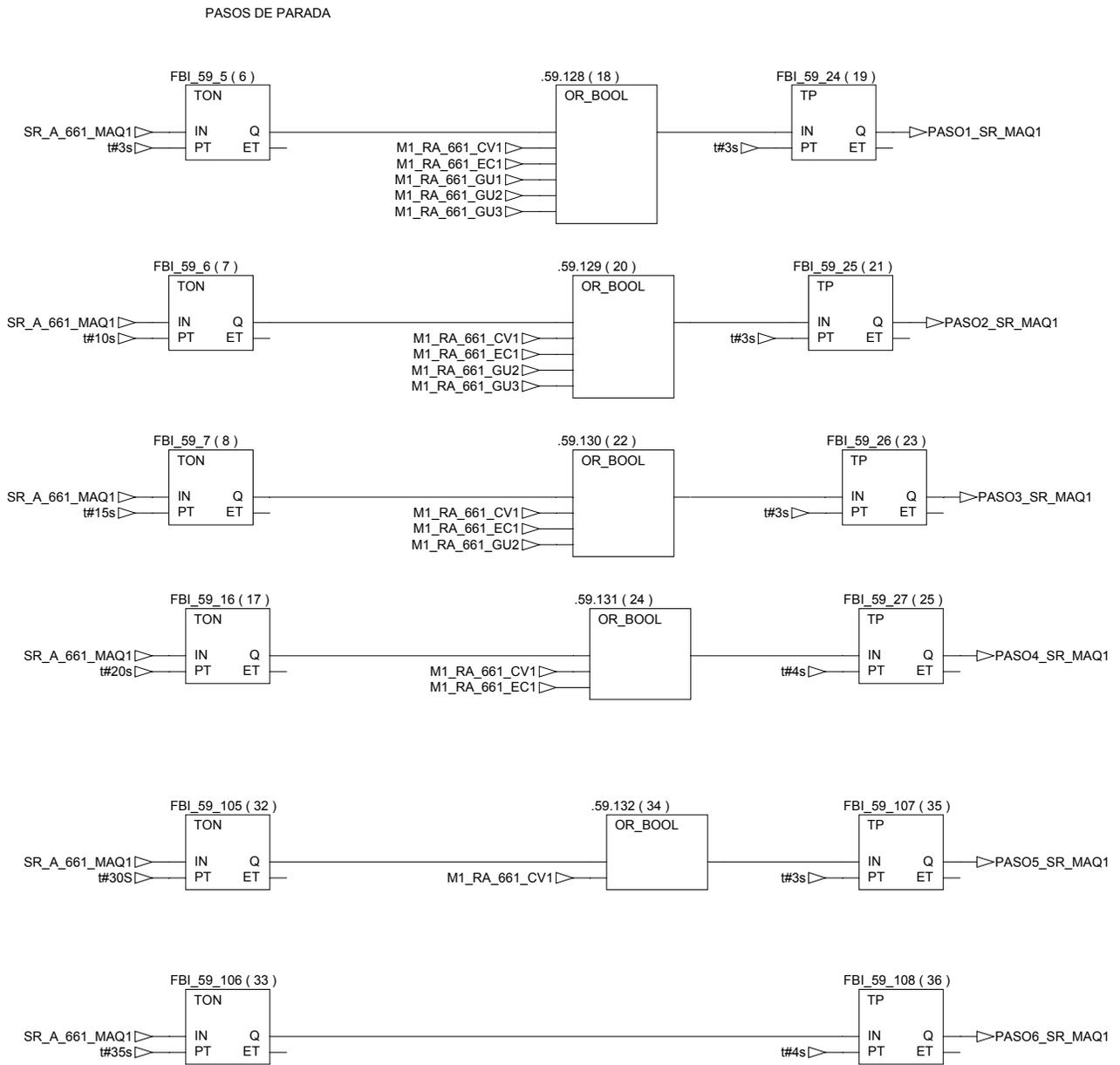
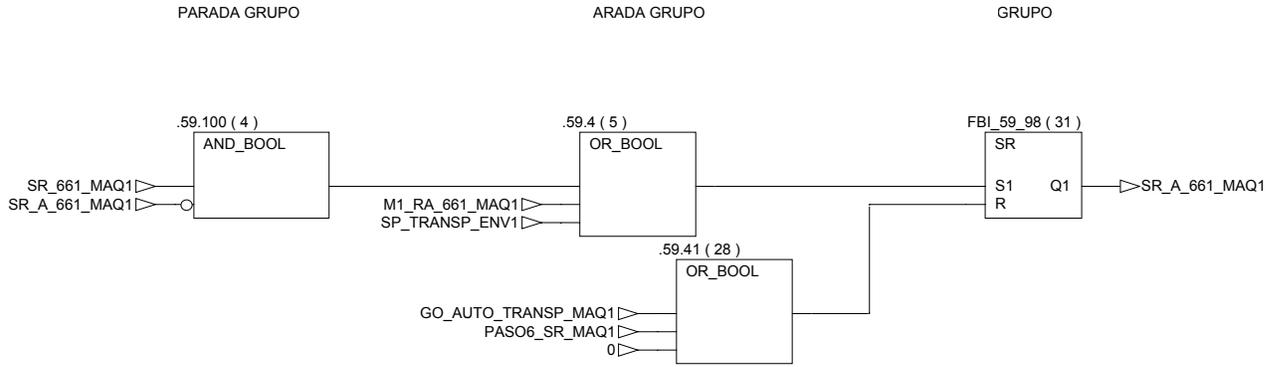
Graph of section Transp_Maquinal

80 90 100 110 120 130 140 150

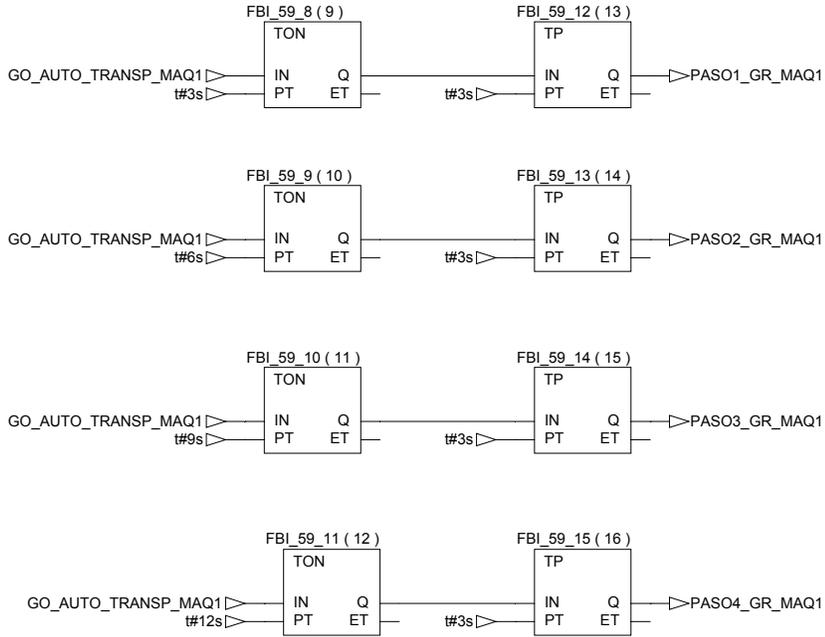


Graph of section Transp_Maquinal

160 170 180 190 200 210 220



PASOS DE ARRANQUE



80

90

100

110

120

130

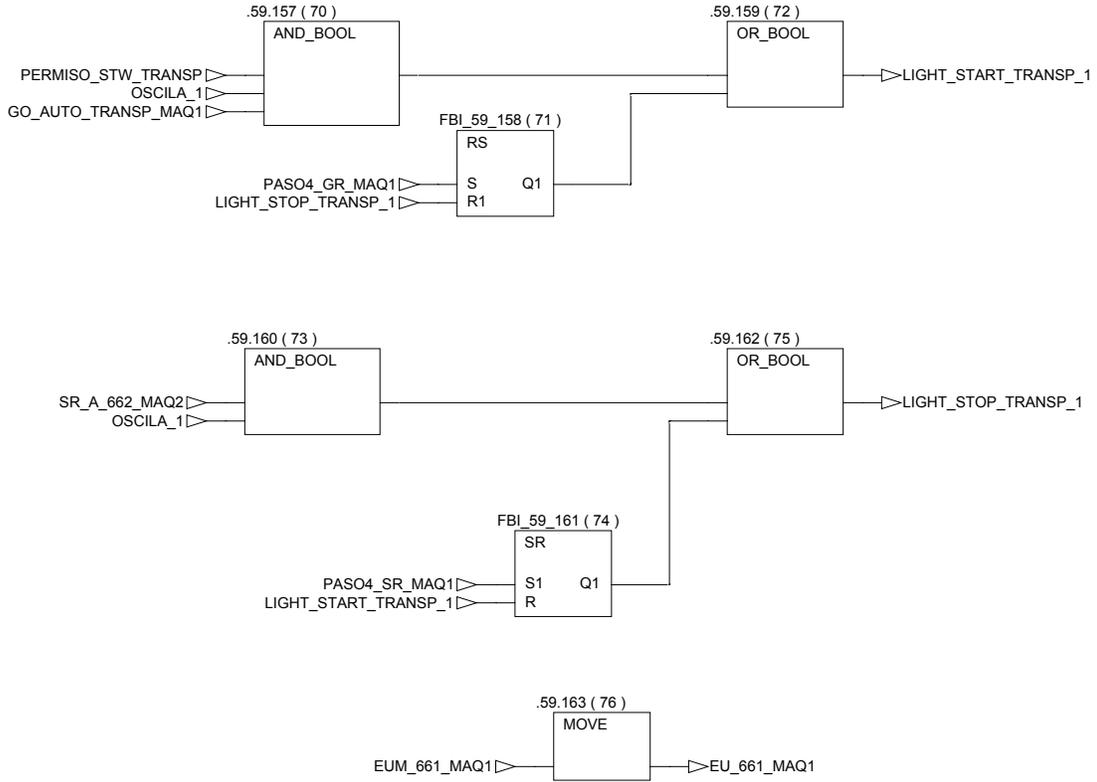
140

150

MIMICO

MIMICO

MIMICO



110

120

130

140

150

6

160

170

180

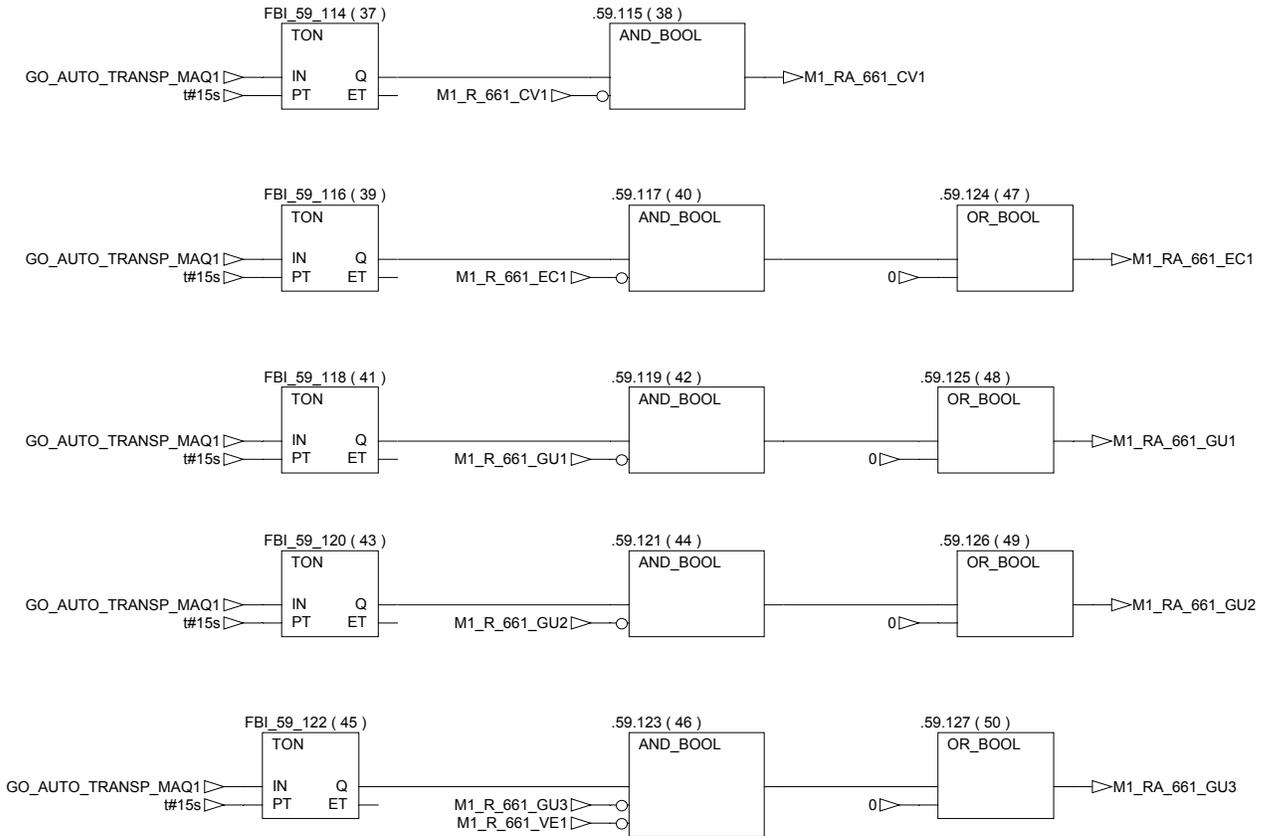
190

200

< p a g e 4

160 170 180 190 200 210 220

FALLAS DE SENAL



<
p
a
g
e
5

110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

Graph of section Valvula_Corte_SI4_Maql_2

10

20

30

40

50

60

70

80

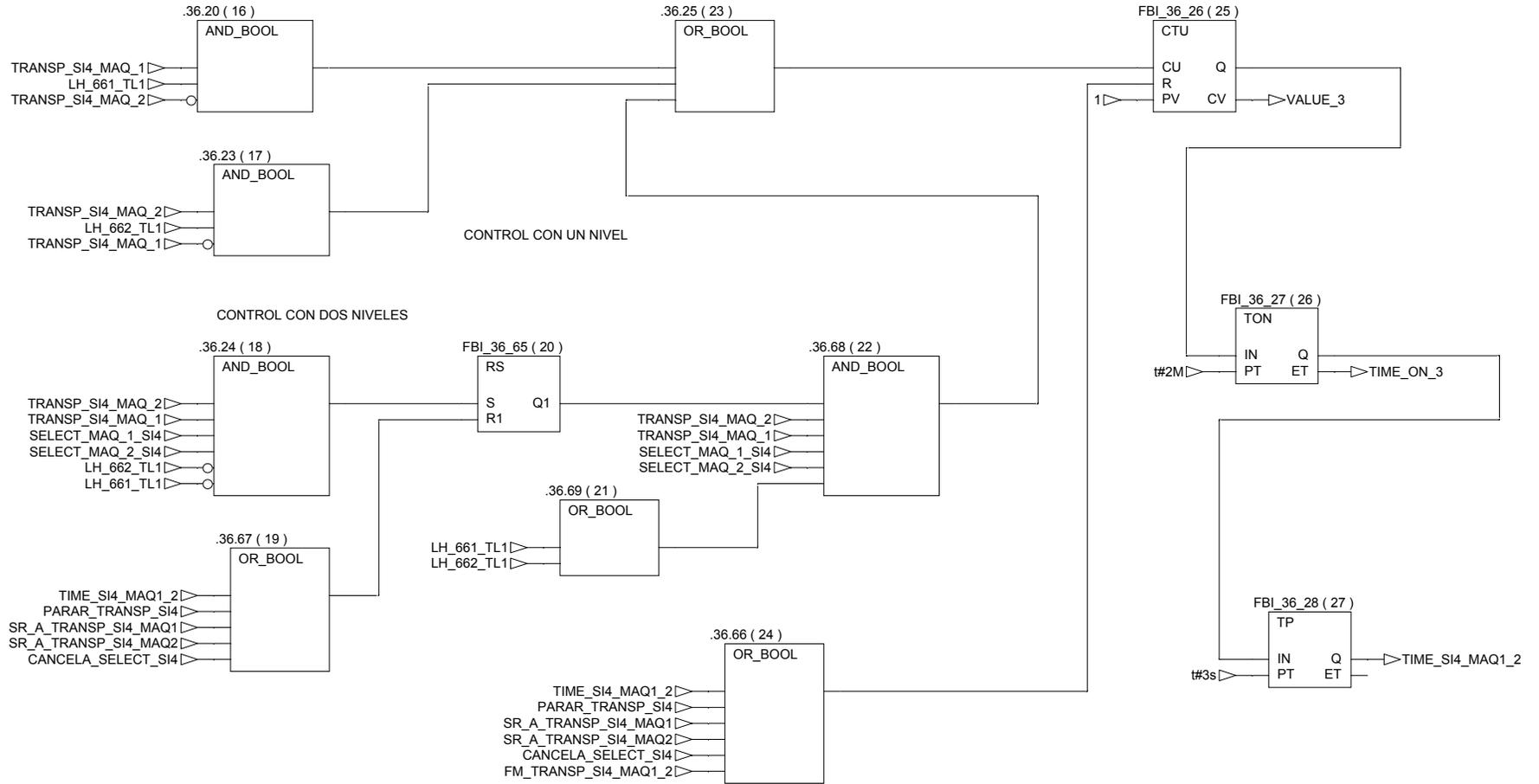
90

100

APERTURA AUTOMATICA VALVULA DE CORTE
SILO4 A MAQ1_2

EQUIPOS ARRANCADOS

TIEMPO DE ESPERA PARA ABRIR COMPUERTA



10

20

30

40

50

60

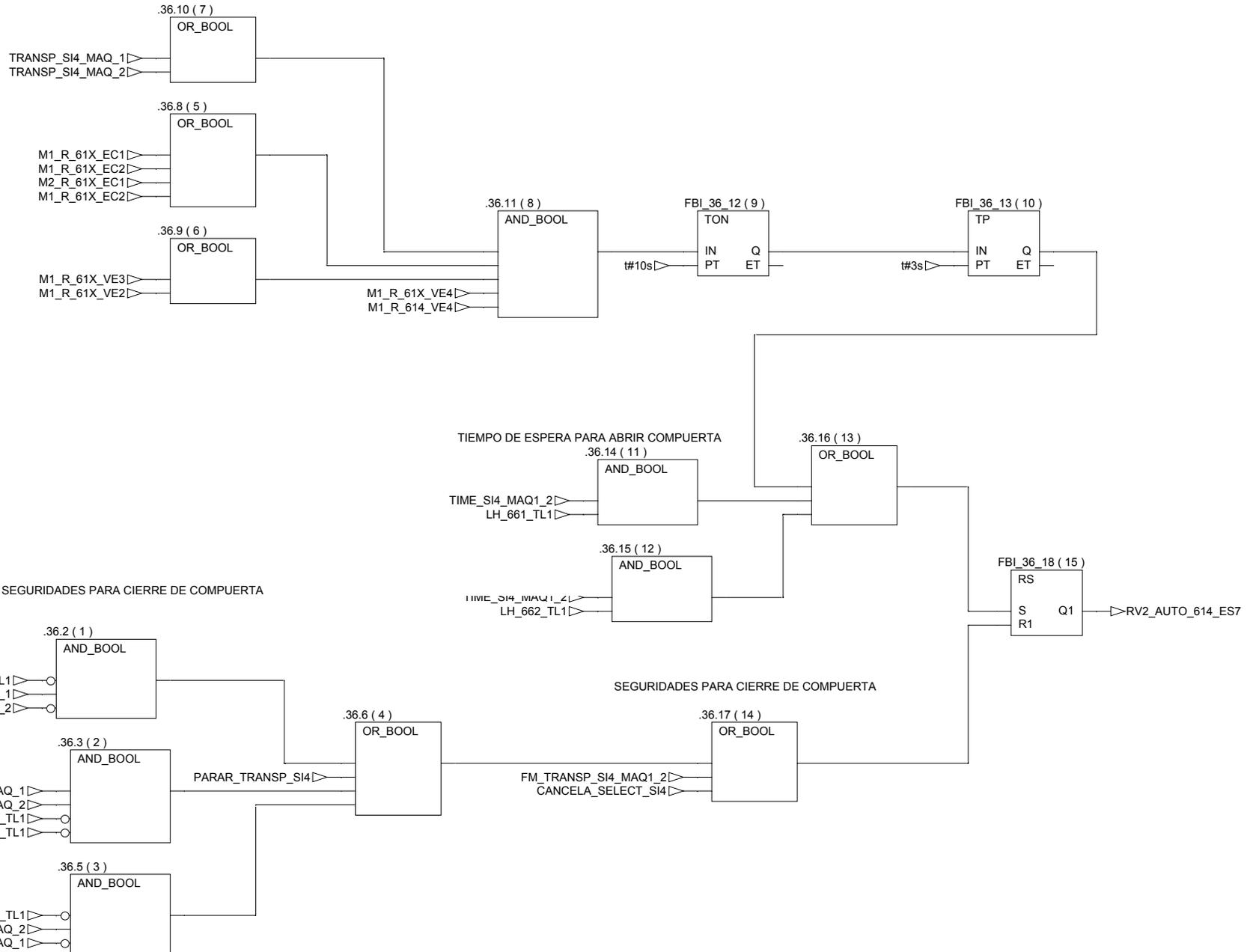
70

> page 2

Graph of section Valvula_Corte_SI4_Maql_2

110 120 130 140 150 160 170 180 190 200

APERTURA AUTOMATICA VALVULA DE CORTE
SILO4 A MAQ1_2

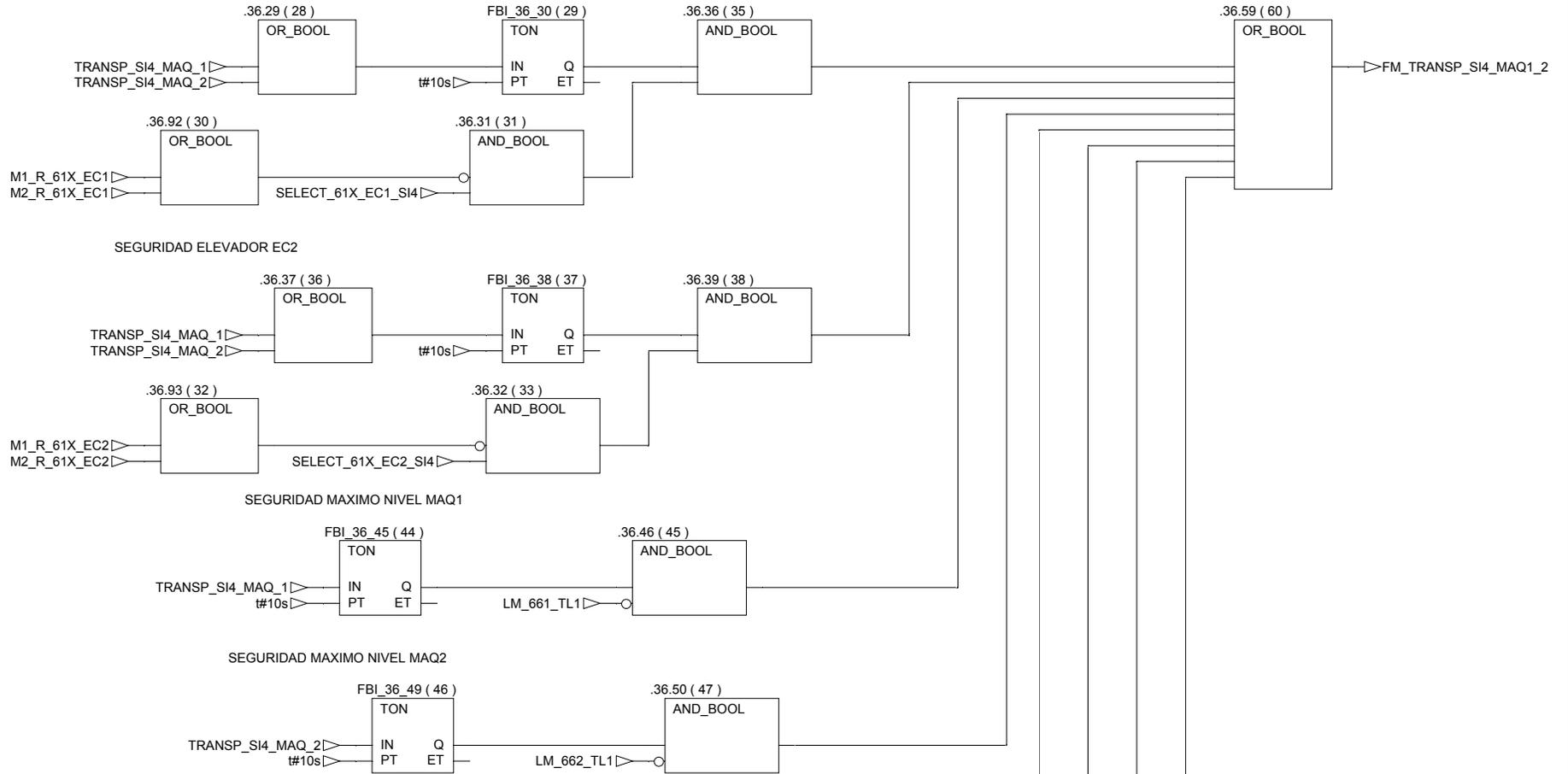


< page 1

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

SEGURIDAD GRUPO DE ARRANQUE MAQUINA 1-2 SILO4

SEGURIDAD ELEVADOR EC1



> page 4

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

80

90

100

110

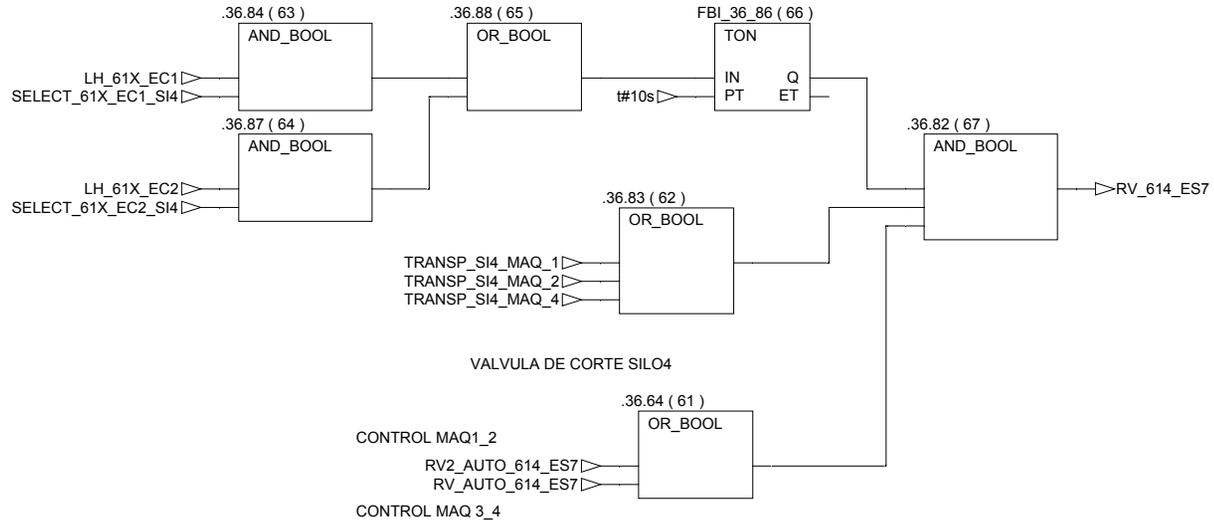
120

130

140

150

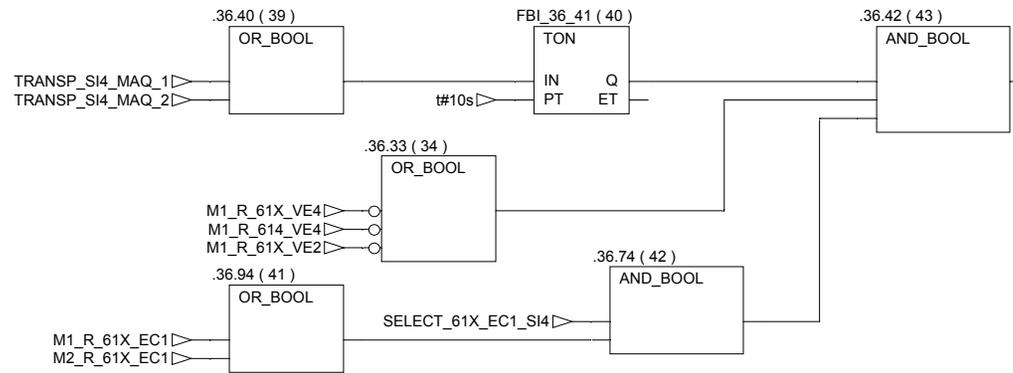
VALVULA DE CORTE SILO1



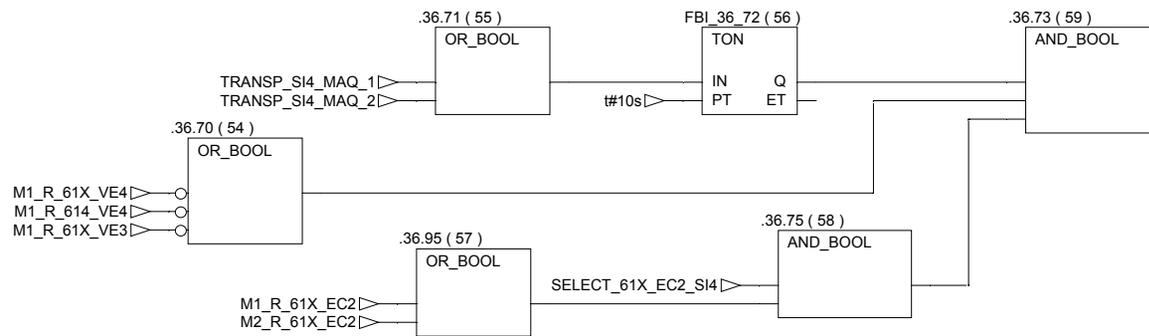
<
p
a
g
e
3

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

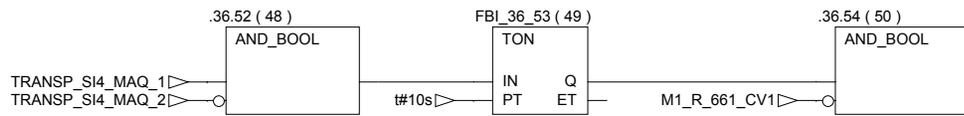
SEGURIDAD GRUPO DE VENTILADORES



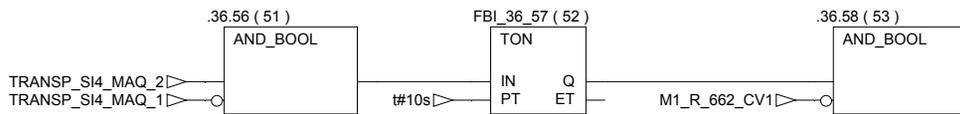
SEGURIDAD GRUPO DE VENTILADORES



SEGURIDAD TRANSPORTE MAQ1



SEGURIDAD TRANSPORTE MAQ2



160
170
180
190
200
210
220

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Intouch Básico versión 9.5, 2005.
2. Manual de Quantum, Modicon – Telemecanique, Automation Platform, 2002.
3. Catalogo NS Bero 2002, Bero Sensores para la automatización, 2002.
4. Ingeniería de la Automatización Industrial, Ramón Piedrahita Moreno, 2000.
5. Manual HAC código de activos de Holcim, Enero 2003.
6. Manual de Wonderware Factory Suite, InTouch New Features User`s Guide, Abril 2004.
7. Manual de Wonderware Factory Suite, Protocols Guide, Noviembre 2002.
8. Manual de programación de concept. Guía de curso de Schneider Electric, 2002.
9. Automatismo y Cuadros Eléctricos, José Roldan Vitoria, 2002.
10. Endress + Hauser, "Documentation Archive CD", Segunda Edición 2001.
11. Manual de IBAU HAMBURG, Flow Control Gate Manual, Febrero 2000.
12. BECK DRIVES, User manual, 2005.
13. FISHER – ROUSMOUNT. Product Catalog. Version 2.1