Informe Final de la Práctica Profesional Supervisada

Análisis e Implementación de Mejoras Tecnológicas en Filtros Deshidratadores de Doble Banda

Carrera: Ingeniería Electromecánica – Plan 2004
Estudiante: Farias, Pablo Miguel
Tutor Académico: Ing. Daniel Mandrile
Tutor por parte de la empresa "Línea E Ingeniería": Sebastián Adamo

General Pico, 18 de Febrero de 2015

Índice

Índice 2
Memoria Descriptiva General 4
Introducción 5
Descripción de los Filtros Deshidratadores de Doble Banda 5
Proceso general de un deshidratador de doble banda 7
Enumeración de las distintas zonas y componentes de la prensa de bandas 8
Detalle de los principales componentes del FDDB 9
Tablero eléctrico de control 10
Sensores 10
Componentes a comandar 11
Esquema de bloques 11
Memoria Descriptiva 12
Eléctrica 12
Descripción de las funcionalidades requeridas para el nuevo tablero de control 12
Descripción de las funcionalidades desarrolladas 13
Neumática 16
Hidráulica 16
MANUAL de operación y mantenimeinto 16
Memoria Técnica 17
Eléctrica 17
Descripción de los componentes del tablero de control 17
Elementos de protección eléctrica 19
Lista de componentes de tablero de control 23
Programación del variador de frecuencia 26
Detalle de la bornera de entrada/salida de variador de frecuencia 27
Planos eléctricos 28
NEUMÁTICA 29
Abastecimiento de aire comprimido 29
Tratamiento del aire comprimido 31

Reordenamiento y reemplazo del tablero neumático 32
Sistema de centrado de bandas 33
Planos instalación electro-neumática 33
HIDRÁULICA 34
Verificación de la bomba 34
Verificación de las cañerías 34
Selección de electroválvula 35
Planos hidráulicos 35
Memoria de Cálculo 36
ELÉCTRICA 36
Cálculo del tiempo de arranque del FDDB 36
Cálculo térmico del tablero 41
Cálculo de conductores 44
NEUMÁTICA 57
Requisitos del fluido de entrada 57
Análisis de funcionalidad-costo entre cilindros y fuelles neumáticos 58
Selección de cilindro de émbolo 59
Diseño con fuelles neumáticos 63
Diseño de nuevo tablero neumático 67
Características del tablero actual 67
Nuevo tablero 68
Análisis de costos de los tableros 69
Cálculo de la cañería de alimentación de aire comprimido 71
HIDRÁULICA 76
Circuito hidráulico 79
Bibliografía 88
ANEXOS 89
Índice 90
Planos 90
Manual de operación y mantenimiento 90

Memoria Descriptiva General

La empresa Línea E Ingeniería ubicada en General Pico es fabricante de equipamiento electromecánico para plantas de tratamiento de efluentes desde hace casi 20 años. Uno de sus principales productos son los filtros deshidratadores de doble banda, un equipo utilizado para la eliminación de agua en lodos extraídos en el proceso de purificación de aguas residuales.

El objetivo de este proyecto es realizar un análisis del producto, y en base al mismo desarrollar como consigna principal mejoras de índole tecnológicas que contribuyan a la automatización de los equipos. También proponer mejoras de aspectos electromecánicos para lograr un mayor rendimiento en el funcionamiento, fabricación y mantenimiento del mismo.

Sobre el sistema eléctrico se realizó un nuevo diseño el cual contribuye a una operación más sencilla, con operadores menos instruidos, minimizando el error humano y facilitando cuestiones de detección de fallas y mantenimiento. Entre las mejoras logradas podemos enumerar: control de modo manual y automático, reloj de control de horas de funcionamiento, registro de eventos, historial de fallas, posibilidad de control remota y monitorización a distancia.

Sobre el sistema neumático se desarrollaron mejoras con el fin de reducir los puntos de mantenimiento y los costos del sistema, con la aplicación de nuevas tecnologías. Se desarrolló un nuevo sistema de centrado y se reconfiguro el tablero de mantenimiento de aire y el conjunto de válvulas.

Sobre la instalación hidráulica se realizó una verificación de la instalación y se propusieron pequeñas modificaciones a fin de automatizar el sistema.

Sobre el manual de operación y mantenimiento se completó todo lo referente a la operación del sistema desde el panel de control, se agregó un instructivo de detección y solución de fallas y un listado de los principales puntos de mantenimiento.

Introducción

DESCRIPCIÓN DE LOS FILTROS DESHIDRATADORES DE DOBLE BANDA

Los filtros deshidratadores de doble banda son utilizados para la eliminación artificial del agua en lodos y para la extracción de jugos de diversos frutos. Los lodos son líquidos con concentraciones de sólidos que van desde 0,5 a 10 %, es decir están constituidos mayoritariamente por agua. La determinación del modelo de equipo depende, entre otros factores, del tipo de industria que genera el lodo, caudal de proceso requerido, porcentaje de sólidos a la salida del equipo, etc.

La empresa Línea E Ingeniería fábrica este equipo entres configuraciones de deshidratado diferentes, dentro de los cuales se puede optar por varios anchos de banda.

Zumo Compact: el modelo se caracteriza por tener un chasis de construcción compacta. Se lo recomienda para aplicaciones livianas.

Zumo: este modelo se caracteriza por tener un chasis reforzado, con cajas de rodamientos robustas. Tiene un perfil hidráulico mejor logrado que el equipo ZUMO COMPACT, puede procesar de un 5 a un 15% más caudal que su equivalente en Zumo Compact. Diseñado para aplicaciones exigentes.

Zumo VC Pulp: este modelo se caracteriza por tener un chasis reforzado, con cajas de rodamientos robustas. Diseñado para ser usado en la industria azucarera, en la recuperación de azúcar del proceso, es un equipo mucho más completo que los anteriormente nombrados. Se diferencia de los anteriores por poseer:

- Zona de extracción de líquido por vacío, separado en 3 niveles distintos: Alto, medio y bajo vacío.
- Racks de hidratación y lavado del lodo a deshidratar.
- Pre hidratador de línea, colocado antes del mezclador estático

En las figuras 1,2 y 3 se muestran los equipos descriptos

Figura 1 – Zumo Compact 7.0

Figura 2 – Zumo 1100

Figura 3 – Zumo VC Pulp 2200

Proceso general de un deshidratador de doble banda

El lodo es introducido continuamente a través del mezclador estático (1), como podemos observar en la figura 4, mediante una bomba de desplazamiento positivo al cajón de alimentación (3), donde es mezclado con un químico (polielectrolito) (2) que facilita la separación del líquido. Luego es distribuido sobre la banda superior y atraviesa la zona de drenaje por gravedad (4). Posteriormente en la zona en forma de cuña (5), las bandas superior e inferior ejercen sobre la superficie del producto una presión continua que aumenta gradualmente, facilitando la formación de una torta estable. En la zona de presión, continua el proceso de deshidratación por medio de un rodillo inicial (6), el cual provoca una rápida descarga del líquido separado hacia ambos lados de las bandas. En la segunda fase, el mosto es presionado mediante múltiples rodillos de distintos diámetros (7) los cuales producen una alta presión de manera alternada. El producto es deshidratado rápidamente hasta alcanzar el valor óptimo. Para conseguir una capacidad de prensado elevada y constante, las bandas son limpiadas continuamente usando un sistema de boquillas a alta presión (9).

El lodo deshidratado es retirado mediante contenedores para su deposición final (8), y el líquido extraído (10) es recirculado al proceso de tratamiento.

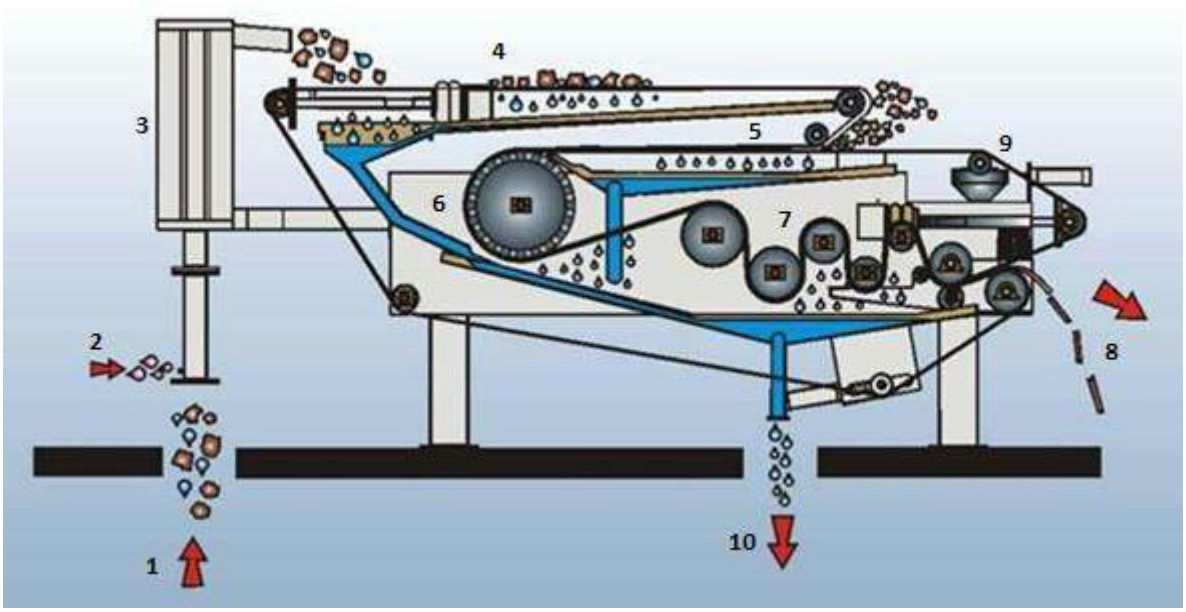


Figura 4.1 – Zonas de trabajo de deshidratadores

Enumeración de las distintas zonas y componentes de la prensa de bandas

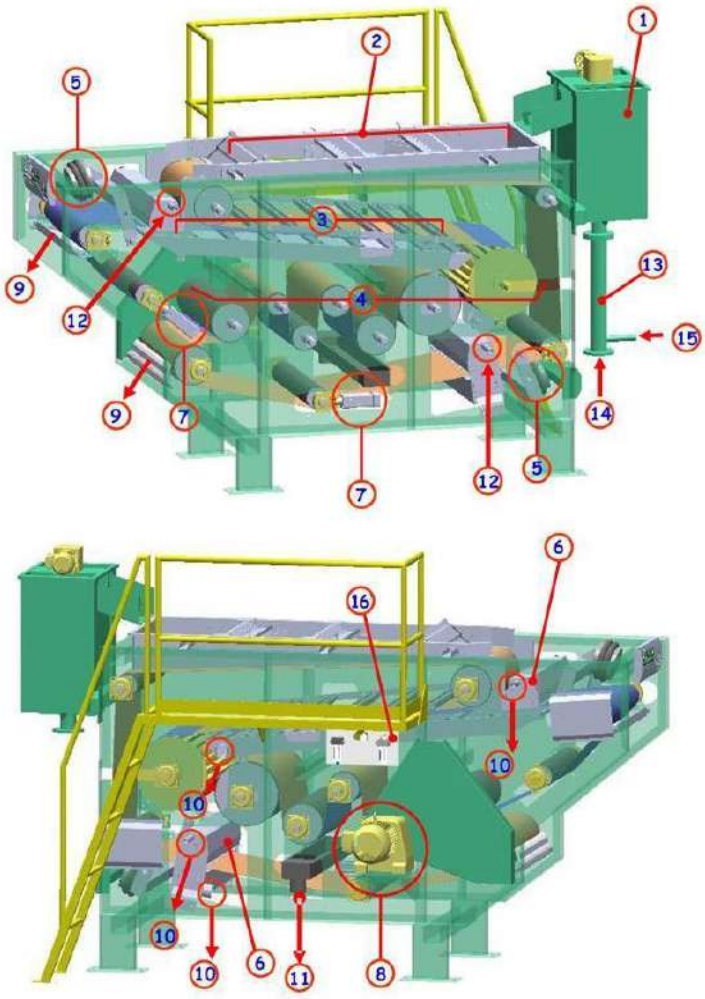


Figura 4.1 – Partes componentes de un FDDB

La máquina se monta sobre una fundación de cemento, sobre la cual se fijan las cuatro o seis patas. Las placas de fundación deben ser coplanares y horizontales a fin de poder distribuir perfectamente el lodo en la superficie interior de las bandas.

El bastidor del FDDB consiste en un chasis monocasco constituido por dos laterales plegados vinculados por tubos separadores resistentes a torso-flexión y soldados eléctricamente. Las columnas de unión son alesadas garantizando el paralelismo de todos los rodillos al plano de trabajo. La superficie del bastidor es arenada a metal blanco, tratado con resinas epoxi según Norma IRAM 1198 Tipo II B.

Detalle de los principales componentes del FDDB

A continuación se describe brevemente cada una de las zonas y componentes indicados en la figura 4.2:

1 - Cajón de Ingreso: es un cajón de retención que permite la unión con el polielectrolito, de este modo se obtiene una floculación óptima.

2 - Zona de Drenaje por gravedad: En esta sección la mayor parte del agua es separada por gravedad.

3 - Zona de Cuña: Entre las dos bandas dispuestas en cuña el volumen del barro es reducido. En este proceso, la deshidratación se produce con presiones constantemente crecientes.

4 - Zona de Presión Alternativa: En esta zona dispuesta en forma de ''S", con las dos bandas girando en torno a varios rodillos, se obtiene una presión de superficie del barro de aproximadamente 1,5 kg/cm^2.

5 - Dispositivo de puesta en tensión de las Bandas: Las bandas pueden ser tensionadas neumáticamente, hasta un máximo de 4kg/cm^2 por medio de pulmones neumáticos.

6 - Limpieza de las Bandas: La banda superior y la inferior pasan bajo la acción de picos rociadores que provocan el lavado y remoción de partes solidas penetradas en la trama del tejido. Según la necesidad el lavado puede ser continuo o intermitente.

7 - Dispositivos de Centrado de las Telas: Este dispositivo evita la desviación lateral de las bandas. El regulador neumático actúa sobre los cilindros de doble efecto respectivos que inclinan el rodillo de centrado, de manera que la banda misma trabaja siempre en el centro.

8 - Motorización: La máquina es comandada por un motoreductor que mediante un dispositivo electrónico permite la regulación de la velocidad de las bandas durante el funcionamiento. La máquina es comandada por un par de rodillos de mando, conectados a un motoreductor, que mediante un dispositivo electrónico permite la regulación de la velocidad de las bandas durante el funcionamiento.

9 - Descarga: Los rascadores dispuestos a la salida, remueven el panel de fango deshidratado de las bandas. La presión de limpieza es regulada mediante múltiples posiciones.

10 – Descarga de agua de lavado

11 – Descarga de agua de deshidratado

12 – Ingreso agua de lavado

13 – Mezclador estático de línea

14 – Tubería de lodo

15 – Tubería floculante

16 – Tablero de componentes neumáticos

TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL

El filtro deshidratador y los equipos complementarios son comandados desde un tablero de comando, el mismo cuenta con distintos sensores para determinar el correcto funcionamiento del sistema en general y tomar las acciones necesarias. A continuación se enumeran los sensores y los elementos a comandar desde el mismo

Sensores

1 - Paradas de emergencia: En los laterales de bastidor van montados pulsadores fácilmente accesibles para bloquearla máquina manualmente en caso de imprevistos. También en el frente del tablero de control y donde se cree necesarias según la distribución de la sala.

2 - Interruptor de fin de carrera: Si el desplazamiento lateral de las bandas fuera excesivo se accionaran los fines de carrera derecho o izquierdo según corresponda y enviaran la señal al sistema de control.

3 - Presóstato de control de presión de aire: Estos producirán la detención del equipo si las presiones son inferiores a las recomendadas de trabajo.

4 - Presóstato de control de presión de agua de lavado: Estos enviaran la señal al sistema de control de la máquina si la presión no fuera la correcta.

5 - Flujostato de control de alimentación de lodo: Está colocado en la entrada de la bomba de lodo para la protección de la misma.

6 - Protección eléctrica: Todos los motores cuentan con guardamotores en el tablero de comando y potencia, además de los interruptores generales termo magnética y diferencial.

Componentes a comandar

El tablero principal incluirá comando y potencia para los siguientes motores:

Motor Nº	Función	Designación
1	Compresor de Aire	M1
2	Accionamiento de bandas de equipo deshidratador	M2
3	Floculador	M3
4	Bomba de lavado de bandas	M4
5	Bomba dosificadora de solución de polielectrolito	M5
6	Bomba de lodo	M6
7	Cinta transportadora	M7
8	Agitador de solución de polielectrolito	M8

Tabla 1 – Lista de accionamientos comandados desde el tablero principal

Nota: La potencia de cada motor dependerá del modelo de máquina.

Esquema de bloques

En la siguiente imagen se muestran los componentes típicos de una instalación de deshidratado. El filtro de bandas y los equipos complementarios son controlados desde el tablero principal, desarrollado en el presente trabajo.

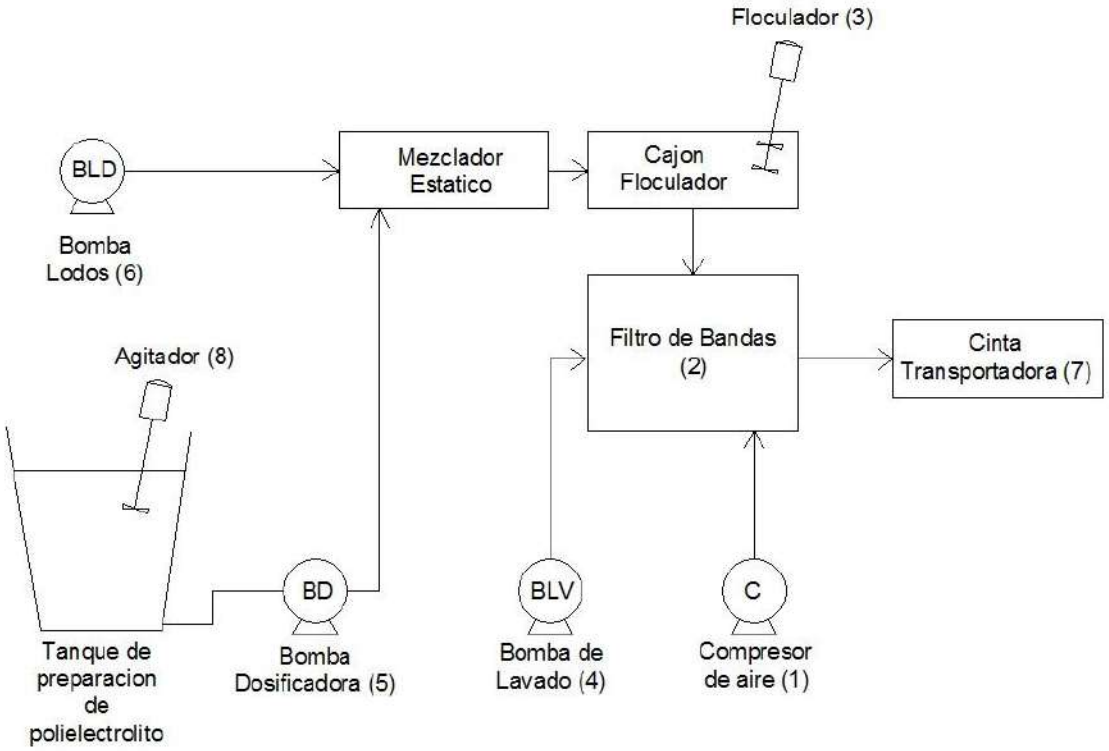


Figura 5 – Esquema de bloques de los componentes de una sala de deshidratado

Memoria Descriptiva

ELÉCTRICA

En base a los requerimientos propuestos por la empresa y al análisis de los mismos, se desarrolló un tablero de control para el filtro deshidratador de doble banda y todos los equipos complementarios que componen el sector de deshidratación de una planta de tratamiento de efluentes.

Se seleccionaron los componentes del tablero en base a las características técnicas necesarias, se armaron los planos de fabricación y se realizó la programación de los elementos electrónicos, como son el PLC y el variador de frecuencia, que componen el mismo.

Descripción de las funcionalidades requeridas para el nuevo tablero de control

Debido al estudio de los modos de operación, mantenimiento y requisitos de clientes de los filtros deshidratadores de doble banda, se describe la lógica que debe seguir el sistema de control para el funcionamiento óptimo. El mismo reduciría las fallas y las roturas al detectar los problemas y actuar de manera instantánea e inteligente para dar la solución y/o la alerta correspondiente. Además contribuira a una operación más sencilla con operadores menos instruidos.

Operación y funcionamiento

El equipo tendrá dos modos de operación, uno manual y uno automático, los cuales se seleccionarán desde el frente del tablero.

- Modo Automático: Este es el modo en el cual deberá funcionar habitualmente el FDDB. En él se llevan a cabo todos los controles para el correcto y seguro funcionamiento.
- Modo Manual: Este es un modo de prueba o mantenimiento del FDDB, no está pensado para el uso en proceso. Su uso requiere de gran atención por parte del operario ya que están permitidas acciones que pueden dañar de manera severa los componentes de la máquina y/o sus complementos.

Funciones especiales:

- Contador de horas de uso: Indicándolas en la pantalla y además guardando el valor en la memoria.
- Avisos de mantenimientos: Indicará las horas restantes de uso hasta el siguiente mantenimiento, además de dar la alerta correspondiente. Las mismas se podrán reiniciar desde el tablero.
- Posibilidad de comando a distancia: Se dejarán las entradas y salidas correspondientes para conocer remotamente el estado de funcionamiento de FDDB y la posibilidad de controlarlo, ya sea a través del sistema SCADA u otro sistema que posea la empresa adquisidora.

- Ciclo de lavado: Sera totalmente automático y de fácil inicio.
- Historial de eventos: Se almacenarán los eventos importantes así como: fallas, alertas, horas de uso, mantenimiento, señales de sensores, etc. Todos estos datos estarán referenciados a una fecha y hora específicas.
- Asesoramiento Remoto: Será posible el envío vía e-mail u otro método del historial de eventos, y a través de su análisis se podrá dar asistencia en cuanto a las fallas, recambios o repuestos.

Descripción de las funcionalidades desarrolladas

Operación y funcionamiento

El equipo tendrá dos modos de operación, uno manual y uno automático, los cuales se seleccionarán desde el frente del tablero. Las excepciones a estos modos serán los siguientes motores con las siguientes características:

- Compresor (M1): funciona de forma independiente al resto de los motores, ya que este proceso debe permanecer siempre activo a pesar de que el filtro no esté funcionando. Tendrá un interruptor en el interior del tablero el cual deberá permanecer activado constantemente salvo parada de emergencia.
- Agitador (M8): funciona de forma independiente al resto de los motores, ya que éste es un proceso independiente al de deshidratado. Podrá funcionar en ambos modos, tendrá un pulsador de arranque y uno de parada en el frente del tablero.

Modo Automático

Tendrá las siguientes funciones y características:

Arranque: los motores comenzarán arrancando sincronizadamente en intervalos de dos segundos, para evitar variaciones bruscas en el consumo que provoquen caídas de tensión que puedan dañar a los componentes de la instalación. La secuencia será la siguiente: M2, M3, M4, M5, M6 y M7.

Parada Normal: los motores se detendrán sincronizadamente con la siguiente secuencia: M5, M6 inicialmente para detener la carga del FDDB y luego un intervalo de 5 minutos se detendrán M2, M3, M4 y M7 cuando ya se haya procesado todo el lodo ingresado.

Parada Rápida o de Emergencia: todos los motores se detendrán instantáneamente. Debido a que se desconoce cuál es el o los problemas que llevaron al operario a presionar dicho pulsador, todos los accionamientos del FDDB y sus complementos deberán detenerse para evitar accidentes mayores. Obviamente no es conveniente su uso si no hay alguna emergencia debido a que la máquina no se detiene en las mejores condiciones para un posterior arranque.

Ciclo de lavado de bandas: El ciclo de lavado consistirá en encender por un intervalo de 10 minutos los motores M2, M3, M4 y M7, con lo cual se desalojará el lodo que hubiera quedado en el proceso y se realizará una autolimpieza de las bandas.

Lavado picos: Se activara una electroválvula cada 15 minutos, por un tiempo de 10 segundos a fin de realizar la apertura del pico de lavado al reducirse la presión de entrada.

Fallas: El modo automático detectará las siguientes fallas: baja presión de aire y/o agua, actuación de los fines de carrera de bandas, accionamiento de las paradas de emergencia, falta de lodo y protección eléctrica de los motores. Ante cualquiera de las mencionadas señales todos los motores se detendrán rápidamente y no podrá volver a iniciarse el ciclo hasta no haber solucionado los inconvenientes.

Modo Manual

Tendrá las siguientes funciones y características:

Arranque/Parada: Permitirá la operación en forma independiente de los motores M2, M3, M4, M5, M6 y M7.

En este modo se permitirá tener encendido cualquiera de los motores antes descriptos por un lapso de 10 minutos, si no hubiera ninguna falla, y luego se detendrá automáticamente.

Fallas: Éstas se indicarán en el frente del tablero con una señal óptica y sonora.

- Baja presión de agua: Indica la falla en el tablero, pero permite utilizar la bomba de lavado (M4) y los demás motores.
- Baja presión de aire: Indica la falla en el tablero, y No permite operar el filtro (M2) pero sí los demás accionamientos.
- Fines de carrera de bandas: Si esta encendido M2 y se activa algún fin de carrera de bandas deben detenerse los motores M2, M3, M4, M5 y M6 (puede que no todos estén funcionando). Será posible volver a arrancar únicamente el motor M2 solo si se activa previamente el interruptor "*omitir sensores de banda" ubicado en el frente del tablero,* por un lapso de 5 minutos luego del cual se detendrá. Para volver a encender M2 se deberá accionar nuevamente el pulsador de arranque de M2.
- Paradas de emergencia: Detendrá todos los motores de M1 a M8 y no permitirá operar ninguno hasta que la misma sea desactivada.
- Falta de lodo: Indica la falla en el tablero, pero permite utilizar la bomba de lodo (M6) y los demás motores.
- Protección de los motores: Indica la falla general en el tablero y detiene el motor con el problema, pero permite utilizar los demás motores.

Funciones Especiales

Se seleccionó un PLC que cumpla con las características solicitadas (teniendo en cuenta una ecuación técnico-económica) con el cual se logran las siguientes funciones:

Contador de horas: Llevará un registro de las horas de funcionamiento del FDDB contando el tiempo que permanece funcionando el motoreductor de giro de las bandas. El mismo se podrá visualizar en el interior del tablero en la pantalla del PLC.

Avisos de mantenimiento: Un contador regresivo de horas seteado en 50 h, el mismo se podrá visualizar en el interior del tablero en la pantalla del PLC. Al llegar a cero activara una señalización en el frente del tablero.

Posibilidad de comando a distancia: Estarán disponibles las señales de falla, modo y estado de funcionamiento. Así como también la posibilidad de encender el FDDB en modo automático. Además de la conexión vía Ethernet con el PLC con lo cual se podrá leer y modificar el estado de todas sus entradas y salidas respectivamente.

Ciclo de lavado: Consistirá en encender por un intervalo de tiempo los motores M2, M3, M4 y M7 mediante un pulsador en el frente del tablero.

Historial de eventos: Guardará una planilla con fecha y hora del estado de todas las entradas, salidas y valor de contadores del momento en que se produzca cualquier falla.

Asesoramiento Remoto: El PLC guardará en una memoria SD el historial de fallas en un formato de planilla de cálculo, con lo cual y a través de una PC podrá realizarse el análisis o envió del archivo vía mail. Mediante el estudio del historial de eventos se podrá determinar el origen de algunas de las fallas y formas de uso del FDDB. Dicho análisis podrá ser realizado por personal especializado o con la utilización de un software adecuado generar una estadística de fácil lectura y análisis.

NEUMÁTICA

La familia de máquinas en cuestión cuenta con un circuito neumático compuesto por un conjunto de actuadores, los cuales los podemos dividir en dos grupos: tensión de bandas y centrado de bandas.

Estos están alimentados con un sistema de mantenimiento del aire de entrada y controlados por un conjunto de electroválvulas direccionales.

En este trabajo se evaluó el funcionamiento del sistema y se realizaron las mejoras correspondientes siempre teniendo en cuenta una ecuación tecno-económica.

Se reemplazaron los dispositivos individuales de tratamiento de aire por una unidad de tratamiento, se reorganizaron todos los componentes dentro de un tablero neumático.

Se modificó el sistema de tensado de bandas, se verificaron los consumos y las cañerías utilizadas.

HIDRÁULICA

La familia de máquinas en cuestión cuenta con un circuito hidráulico, encargado de la limpieza de las bandas filtrantes a través de un conjunto de picos aspersores a presión.

El sistema está compuesto por una bomba centrifuga que alimenta dos racks de lavado, uno para cada banda. La cantidad de picos es función del ancho de banda y estos cuentan con un sistema de auto limpieza por presión.

En este trabajo se verificaron las características de la bomba y las cañerías. También se seleccionó una electroválvula para la automatización de la limpieza de los picos.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMEINTO

Se desarrolló el manual de operación, uso y mantenimiento para el filtro deshidratador de doble banda. Se describen las técnicas de utilización, mantenimiento y solución de fallas para los sistemas eléctricos, electro-neumáticos y mecánicos desarrollados en el presente trabajo y detallados técnicamente en las secciones posteriores.

Ver Anexos página 109.

Memoria Técnica

ELÉCTRICA

Descripción de los componentes del tablero de control

En esta sección se darán las características de todos los componentes utilizados para el armado del tablero eléctrico, los mismos se seleccionaron en base a las características técnicas, económicas y preferencias de la empresa.

Gabinete: de acero al carbono con recubrimiento epoxi, dimensiones aproximadas 750x1050x300mm. Deberá poseer en su puerta el símbolo de "Riesgo Eléctrico" (Norma IRAM 10005-1), y una leyenda indicativa "PANEL DE MARCHA". La envolvente y la puerta deberán contar con conexión a tierra. Dentro del tablero en una cubierta adecuada irá el esquema unifilar y de comando del mismo.

Convertidor de frecuencia: de control vectorial tipo SEW EURODRIVE MC LTP de tensión de red trifásica 400 Vca, sin filtro de red, con grado de protección IP20 y potencia a definir según las tablas 2.1.1 a 2.2.5 de potencias de motores.

PLC: Relé Programable Inteligente Siemens LOGO y módulos de ampliación

- PLC LOGO24RCE VDC con 8E/4S, código 6ED1052-1MD00-0BA7
- Fuente Alimentación PLC y Accesorios código 6EP1332-1SH52
- Dos (2) Módulos Expansión E/S con 8E/8S 24 VDC código 6ED1055-1NB10-0BA0

Protecciones: El circuito constará de un interruptor magnetotérmico tripolar general con las siguientes características: curva de disparo tipo C, capacidad de corte de corriente de cortocircuito de 4,5 kA y con limitación de corriente máxima de cortocircuito tipo 3. El circuito correspondiente a M6 constará de un interruptor magnetotérmico tripolar con las mismas características.
Los circuitos correspondientes a M2, M3, M4, M5, M7 y M8 estarán protegidos con guardamotores tripolares con las siguientes características: carga de categoría AC3, tensión de contactos 400V, contactos auxiliares 1NA y 1NC.

Contactores: Los circuitos correspondientes a M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8 estarán accionados mediantes contactores con las siguientes características: carga de categoría AC3, tensión de contactos 400V, contactos auxiliares 1NA y 1NC.

Relé: Las entradas de PLC estarán conectados mediante relés de interfaz unipolar con fusible con las siguientes características: bobina 24Vca, contactos 6A y 250V.

Relé de seguridad: Este comandara los circuitos correspondientes a las paradas de emergencia, cumpliendo con la norma IEC-61508. Dispone de dos contactos redundantes, separados de forma segura.

Bornera de Distribución tetrapolar: Se colocará a continuación del interruptor general a fin de facilitar la conexión de todos los elementos de maniobra.

Borneras de acometida: Bornera de paso para la interconexión de las entradas y salidas del tablero. Individuales y con colores de referencia. Con elementos de apriete de acero y conductores de cobre.

El comando de los componentes debe hacerse en 24 Vca, si por alguna razón no fuera posible deberá aclarase por escrito.

Pulsadores: Estos serán metálicos del tipo rasantes circulares de diámetro 22 mm con una grado de protección IP65, para tensión 24Vca y corriente 6 A.

Interruptores giratorios de 2/3 posiciones: Estos serán circulares de diámetro 22 mm con una grado de protección IP65, para tensión 24Vca y corriente 6 A.

Luces de Señalización: Estas serán circulares de diámetro 22 mm con un grado de protección IP65, para tensión 24Vca.

Zumbador: Estos serán de tipo sirena con un grado de protección IP65, para tensión 24Vca.

Transformador: de relación 220/24 Vca y potencia de 100 W.

Cables:

- comando: tipo IRAM NM 247-3 unifilar de PVC, color negro, deberán poseer terminales adecuados, numeración de referencia, sección mínima 1.5 mm^2
- potencia: tipo de cable IRAM NM 247-3 unifilar de PVC, deberán poseer terminales adecuados, numeración de referencia y sección mínima 2,5 mm^2 o la que resulte del cálculo.
- Se deberá respetar los colores normalizados verde-amarillo para la protección eléctrica y celeste para el neutro.

Elementos de protección eléctrica

En las siguientes tablas se muestran los productos a utilizar para cada uno de los motores de los distintos modelos de filtros de bandas. Los componentes fueron seleccionados en base a catálogos técnicos de los fabricantes.

Zumo Compact 7.0		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	1,10	0,25	5,50	0,25	2,20	0,37	0,75	11,9
	Intensidad [A]	3,6	2,8	1,1	12	0,8	6,5	1,1	1,5	28,9
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	220/380	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1025-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6310-7							5SY6632-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4AA10	3RV10 11-0JA10	3RV10 11-1FA10	3RV10 11-0KA10	3RV1011-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D12	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24348							C60N-24366
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME16	GV2ME05	GV2ME10	GV2ME05	GV2ME07	

Tabla 2.1.1 - Protecciones eléctricas ZC 7.0

Zumo Compact 11.0		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	1,50	0,25	9,00	0,37	2,20	0,37	0,75	15,9
	Intensidad [A]	3,6	3,6	1,1	21	1,1	6,5	1,1	1,5	39
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6310-7							5SY6640-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4BA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1FA10	3RV10 11-0KA10	3RV1011-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24349							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME21	GV2ME06	GV2ME10	GV2ME05	GV2ME07	

Tabla 2.1.2 - Protecciones eléctricas ZC 11.0

Zumo Compact 14.0		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	1,50	0,25	9,00	0,37	3,00	0,37	0,75	16,7
	Intensidad [A]	3,6	3,6	1,1	21	1,1	6,5	1,1	1,5	39
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6310-7							5SY6640-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4BA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV1011-0KA10	3RV10 11-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24349							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME21	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME05	GV2ME07	

Tabla 2.1.3 - Protecciones eléctricas ZC 14.0

Zumo 1100		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	1,50	0,25	9,00	0,37	3,00	0,37	0,75	16,7
	Intensidad [A]	3,6	3,6	1,1	21	1,1	6,5	1,1	1,5	39
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6310-7							5SY6640-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4BA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24349							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME21	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME05	GV2ME07	

Tabla 2.2.1 - Protecciones eléctricas Z1100

Zumo 1400		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	1,50	0,25	9,00	0,37	3,00	0,37	0,75	16,7
	Intensidad [A]	3,6	3,6	1,1	21	1,1	6,5	1,1	1,5	39
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6310-7							5SY6640-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4BA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24349							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME21	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME06	GV2ME07	

Tabla 2.2.2 - Protecciones eléctricas Z1400

Zumo 1700		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	2,20	0,25	9,00	0,37	4,00	0,37	0,75	18,4
	Intensidad [A]	3,6	5,5	1,1	21	1,1	8,5	1,1	1,5	42,9
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6316-7							5SY6650-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4BA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24350							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME21	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME06	GV2ME07	

Tabla 2.2.3 - Protecciones eléctricas Z1700

Zumo 2100		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	2,20	0,25	11,00	0,37	4,00	0,37	0,75	20,4
	Intensidad [A]	3,6	5,5	1,1	24	1,1	8,5	1,1	1,5	45,9
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6316-7							5SY6650-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4DA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV10 11-0KA10	3RV1011-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24350							C60N-24368
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME22	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME06	GV2ME07	

Tabla 2.2.4 - Protecciones eléctricas Z2100

Zumo 2600		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	Total
		Compresor	Bandas	Floculador	Bomba lavado	Bomba Dosif.	Bomba Lodos	Cinta Transp.	Agitador	FDDB
	Potencia [kW]	1,50	3,00	0,25	11,00	0,37	4,00	0,37	0,75	21,2
	Intensidad [A]	3,6	8	1,1	24	1,1	8,5	1,1	1,5	48,4
	Tensión [V]	230/400	230/400	230/400	380/660	230/400	230/400	230/400	230/400	
Siemens	Contactor	3RT1023-1AC20		3RT1023-1AC20	3RT1026-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	3RT1023-1AC20	
Siemens	Int. termomag	5SY6310-7	5SY6316-7							5SY6650-7
Siemens	Guardamotor			3RV1011-0KA10	3RV10 21-4DA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1HA10	3RV10 11-0KA10	3RV10 11-1BA10	
Schneider	Contactor	LC1D09		LC1D09	LC1D25	LC1D09	LC1D09	LC1D09	LC1D09	
Schneider	Int. termomag	C60N-24362	C60N-24350							C60N-24369
Schneider	Guardamotor			GV2ME05	GV2ME22	GV2ME06	GV2ME14	GV2ME06	GV2ME07	

Tabla 2.2.5 – Protecciones eléctricas Z2600

Lista de componentes de tablero de control

En la siguiente tabla se muestran los componentes independientes del modelo de filtros de bandas.

Cant	Descripción	Similar	
		Marca	Código
1	Gabinete metálico 750x1050x300mm IP65	GENROD	99307
1	Bornera de distribución tetrapolar4x7 100A y 400V	ZOLODA	BRC410007
5	Bornera potafusible 5x20 mm	ZOLODA	
24	Relé Interfaz Unipolar con fusible 3A, bobina 24Vac, contactos 2NA y 2NC	FINDERS	55.32.8.024.0030
24	Zócalo portarele para riel DIN con bornera de jaula 3 A, 250 Vac	FINDERS	94.02
6	Contactos auxiliares de contactor 1NA+1NC	SIEMENS	3RH1911-1FA22
6	Contactos Auxiliares de interruptor magnético-térmico, 1NA+1NC	SIEMENS	3RV1901-1E
1	Relé Programable Inteligente LOGO24RCE VDC con 8E/4S	SIEMENS	6ED1052-1MD00-0BA7
1	Fuente Alimentación PLC y Accesorios 24 Vcc, 2.5 A	SIEMENS	6EP1332-1SH52
2	Módulo Expansión Relé Programable Inteligente 24 Vcc con 8E/8S	SIEMENS	6ED1055-1NB10-0BA0
8	Pulsador rasante Verde metálico 22mm NA	SIEMENS	3SB3602-0AA41
8	Pulsador rasante Rojo metálico 22mm NC	SIEMENS	3SB3603-0AA21
4	Pulsador de Emergencia con retención	SIEMENS	3SB3603-1HA20
1	Pulsador rasante Azul metálico 22mm NA	SIEMENS	3SB3602-0AA61
1	Interruptor Selector 2 posiciones	SIEMENS	3SB3500-2KA11
1	Interruptor Selector 3 posiciones	SIEMENS	3SB3500-2DA11
1	Interruptor con llave extraíble en 0	SIEMENS	3SB3500-4AD01
3	Ojo de Buey Rojo 22mm 230 Vca	SIEMENS	3SB3652-6BA20
7	Ojo de Buey Amarillo 22mm 24 Vca	SIEMENS	3SB3644-6BA30
2	Ojo de Buey Azul 22mm 24 Vca	SIEMENS	3SB3644-6BA50
1	Zumbador Sirena 22mm 24 Vca	SIEMENS	3SB3233-7BA10
1	Riel Montaje DIN 35x7,3x2000 mm	ZOLODA	NS-35/P/2000
3	Cable canal ranurado para tablero 40x70x2000 mm	ZOLODA	CK-040-70
0	Terminales portaetiquetas	SCHNEIDER	DZ5CA010
2	Cable canal ranurado para tablero 30x50x2000 mm	ZOLODA	CK-030-70
0	Anillos Identificación (números y letras)	SCHNEIDER	AR1MB01
1	Transformador 220/24 Vca de 100 W		
1	Variador de Frecuencia 1,5 kW	SEW Eurodrive	LTPB0015503100
46	Borneras de conexión entradas y salidas tablero	ZOLODA	Varias

Tabla 3 – Lista de materiales del tablero eléctrico

Detalle Entradas y Salidas del relé inteligente

Entrada nº	Descripción	Activo
I1	Modo Manual	1
I2	Modo Automático	1
I3	Modo Automático - Marcha (1) / Parada(0)	1
I4	Parada de Emergencia	0
I5	Presóstato Aire	0
I6	Presóstato Agua	0
I7	Fin Carrera Bandas Derecho	0
I8	Protección de Motores	0
I9	M1- Motor Giro Bandas	1
I10	M2 - Motor Bomba Lavado	1
I11	M3 - Motor Floculador	1
I12	M4 - Motor Agitador	1
I13	M5 - Motor Bomba Dosificadora	1
I14	M6 - Motor Compresor Aire	1
I15	M7 - Motor Bomba de Lodos	1
I16	M8 - Motor Cinta Transportadora	1
I17	Ciclo de Lavado	1
I18	Fin Carrera Bandas Izquierdo	0
I19	Omitir Sensor Bandas	1
I20	Flujostato	0
I21	Deshabilitar Alarma Sonora	1
I22	Lavado de picos	1
I23	Encendido Remoto (Marcha (1)/Parada (0))	1
I24	Libre	1

Tabla 4.1 – Entradas digitales relé inteligente

Salida nº	Descripción	Activo
O1	Motor Compresor Aire	1
O2	Motor Giro Bandas	1
O3	Motor Floculador	1
O4	Motor Bomba Lavado	1
O5	Motor Bomba Dosificadora	1
O6	Motor Bomba de Lodos	1
O7	Motor Cinta Transportadora	1
O8	Motor Agitador	1
O9	Electroválvula Lavado Picos	1
O10	Zumbador	1
O11	Modo Automático Funcionando OK	1
O12	Equipo en Falla	1
O13	Tiempo Mantenimiento	1
O14	Libre	
O15	Libre	
O16	Libre	

Tabla 4.2 – Salidas digitales relé inteligente

Programación del variador de frecuencia

En todos los equipos se colocan los variadores de frecuencia SEW Eurodrive de la serie LTP debido a sus buenas características técnicas y ventajas económicas que otorga el vendedor del producto. El mismo es de control vectorial, aunque por los rangos de frecuencias que trabajan y las características de funcionamiento del equipo no es necesario un control tan preciso de la velocidad.

La denominación del variador sobre el cual se realizó el programa es MC LTP B 0015 5 0 3 1 00 50.

Este acciona un motoreductor SEW Eurodrive de denominación R87DRS90M4 de 1.5 kW.

El variador se configurará para que sea comandado desde su bornera de entrada, los parámetros básicos se programarán como muestra las siguientes tablas

Configuración parámetros básicos

Parámetro	Valor	Unidades	Descripción
P1-01	60	Hz	Límite de velocidad superior
P1-02	35	Hz	Límite de velocidad inferior
P1-03	10	s	Rampa aceleración
P1-04	10	s	Rampa 1 desaceleración
P1-05	0		Modo de parada: Parar utilizando una rampa
P1-06	1		Optimización energía (Reduce tensión a baja carga): si
P1-07	400	V	Tensión Motor
P1-08	3,45	A	Corriente Máxima
P1-09	50	Hz	Frecuencia Nominal
P1-10	0		Velocidad nominal: se indicará en Hz
P1-11	50	Hz	Velocidad preajustada 1
P1-12	0		Control de accionamiento: Control mediante bornes
P1-13	-		Lista Fallos: almacena últimos 4
P1-14	0		Clave Menú Avanzado: sin clave

Tabla 5.1 – Tabla configuración básica del variador de frecuencia

Configuración parámetros avanzados

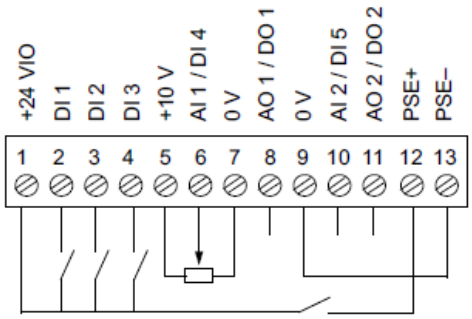
Parámetro	Valor	Unidades	Descripción
P2-01	11		Selección función de entradas binarias: DI1=Inicio/Parada, DI2=Entrada analógica velocidad, DI3=Fallo Externo
P2-11	1		Salida digital (borne 8): DO=Accionamiento OK=1

Tabla 5.2 – Tabla configuración avanzados del variador de frecuencia

Detalle de la bornera de entrada/salida de variador de frecuencia

En las tablas 6.1 y 6.2 se muestran las características de las borneras de comando del variador de frecuencia. Las mismas se utilizaron para el comando del motor principal del filtro de bandas desde el tablero de control.

Bornera Principal

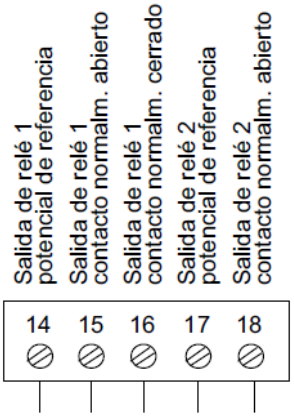


Las bornas de señal disponen de las siguientes conexiones de señal:

N° de borna	Señal	Conexión	Descripción
1	+24 VIO	+24 V tensión de referencia	Ref. para activación de DI1–DI3 (máx. 100 mA)
2	DI 1	Entrada binaria 1	Lógica positiva Rango de tensión de entrada "Lógico 1": 8–30 V_{CC} Rango de tensión de entrada "Lógico 0": 0–2 V_{CC} Compatible con demanda de PLC si está conectada 0 V a borna 7 o 9.
3	DI 2	Entrada binaria 2	
4	DI 3	Entrada binaria 3 / contacto de sonda	
5	+10 V	Salida +10 V tensión de referencia	10 V ref. para entrada analógica (alimentación de pot. +, 10mA máx., 1 kΩ mín.)
6	AI 1 / DI 4	Entrada analógica (12 bit) Entrada binaria 4	0–10 V, 0–20 mA, 4–20 mA Rango de tensión de entrada "Lógico 1": 8–30 V_{CC}
7	0 V	Potencial de referencia 0 V	Potencial de referencia (alimentación de pot. -) 0 V
8	AO 1 / DO 1	Salida analógica (10 bit) Salida binaria 1	0–10 V, 20 mA analógica 24 V, 20 mA digital
9	0 V	Potencial de referencia 0 V	Tensión de referencia 0 V
10	AI 2 / DI 5	Entrada analógica 2 (12 bit) Entrada binaria 5	0–10 V, 0–20 mA, 4–20 mA Rango de tensión de entrada "Lógico 1": 8–30 V_{CC}
11	AO 2 / DO 2	Salida analógica 2 (10 bit) Salida binaria 2	0–10 V, 20 mA analógica 24 V, 20 mA digital
12	PSE+	Habilitación de etapa final	+24 V debe estar conectada con PSE+
13	PSE-		GND debe estar conectada con PSE-

Tabla 6.1 –Bornera principal del variador de frecuencia

Bornera de salidas a relé del variador de frecuencia



N° de borna	Señal	Descripción
14	Salida de relé 1 referencia	Contacto de relé (250 V_{CA} / 30 V_{CC} @ 5 A)
15	Salida de relé 1 contacto normalm. abierto	
16	Salida de relé 1 contacto normalm. cerrado	
17	Salida de relé 2 referencia	
18	Salida de relé 2 contacto normalm. abierto	

Tabla 6.2 – Descripción de las funciones de la bornera de relé de variador de frecuencia

Planos eléctricos

Ver Anexos en página 91.

NEUMÁTICA

Abastecimiento de aire comprimido

Se determinó el consumo el consumo de aire comprimido de la máquina, en base al volumen de los fuelles y la frecuencia de funcionamiento. Con los datos obtenidos se verifico el rendimiento del compresor colocado por la empresa y las cañerías de alimentación e internas de los FDDB.

Compresor de aire

El consumo total por máquina es de 6 Nm^3/h y la presión necesaria es de 7 kg/cm^2, se realizó el cálculo considerando la utilización de un compresor a pistón para dos equipos.

Figura 7 – Compresor de aire eléctrico bi-cilíndrico

La capacidad del compresor instalado es de 283 litros/min (17 Nm^3/h), con un tanque de 100 litros y una presión máxima de 10 kg/cm^2. Los tiempos de marcha del mismo serán:

$$t_p(\text{tiempo de parada}) = 1,53\,\text{min}$$

$$t_M(\text{tiempo de marcha}) = 3,45\ \text{min}$$

$t_o = (\text{tiempo ciclo}) = t_p + t_M = 1,53 + 3,45 = 4,98\,\text{min}$ que implica 12 ciclos/hora.

La cantidad de ciclos/hora es normal (recomendable menor que 15 ciclos/h), respecto de los tiempos de marcha y parada. Se observa que el tiempo de marcha es mayor, pero se consideró un consumo máximo del equipo, en uso normal la frecuencia de actuación de los fuelles es menor por lo que el caudal disminuye considerablemente.

El compresor utilizado es correcto siempre y cuando se utilice para la alimentación de dos máquinas, de lo contrario sería recomendable seleccionar uno de menor capacidad y por lo tanto de menor costo.

El condensado aproximado producido es de:

$C = 3,6 \frac{litros}{día}$ tomando valores promedio de humedad relativa para un día de trabajo

Se recomienda la colocación de una purga automática de condensado, con el fin de reducir los trabajos de mantenimiento y mantener la calidad del aire.

Cañerías de alimentación

Utilizando una cañería de ½" sh 40 y para distancias de colocación del compresor respecto al punto de utilización (menor a 50 m), las pérdidas de carga para los caudales calculados son despreciables.

De igual manera las cañerías internas de 6 mm de poliamida, con la cual se distribuye a los componentes instalados en el FDDB.

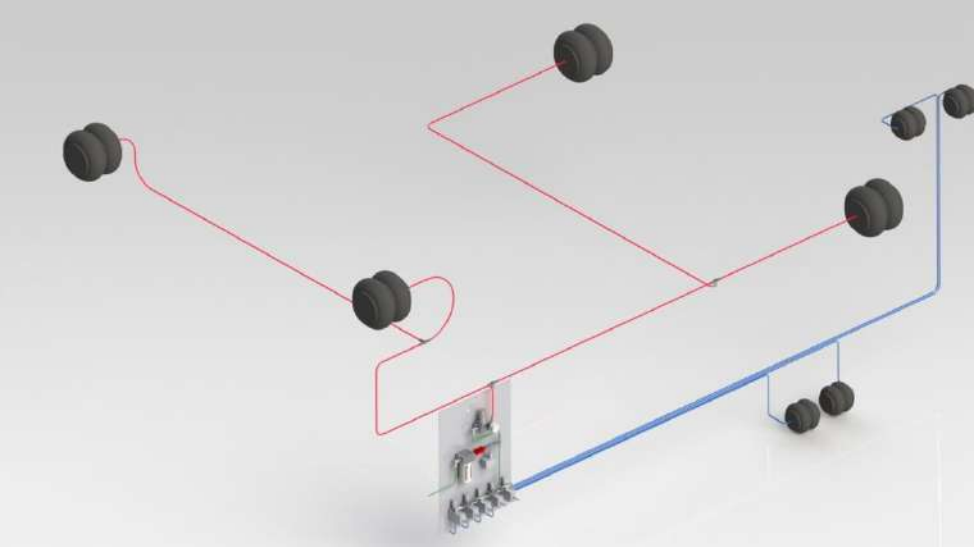


Figura 8 – Esquema de distribución de aire en el filtro de bandas

Tratamiento del aire comprimido

Según los requisitos de los componentes más delicados del sistema (electroválvulas) brindados por el fabricante, es necesaria una calidad de aire dada por la norma ISO 8573-1:2010 Clase 1, las características se muestran en la siguiente tabla:

ISO 8573-1:2010	Partículas sólidas				Agua		Aceite
Clase	Cantidad máxima de partículas por m³			Concentración de masa	Punto de condensación bajo presión	Líquido	Contenido total en aceite (líquido, aerosol y niebla)
	0,1 a 0,5 µm	0,5 a 1 µm	1 a 5 µm	mg/m³	°C	g/m³	mg/m³
0	Según lo que establezca el usuario del equipo, exigencias más elevadas que en la clase 1						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	–	≤ -70	–	0,01

Tabla 7 – Calidad aire comprimido

A fin de cumplir con los requisitos de calidad de aire y los propios de funcionamiento de la máquina, se colocaron en tándem los siguientes dispositivos con las siguientes funciones y características:

Válvula de seguridad: Esta permite la presurización del sistema para el funcionamiento normal y la despresurización para realizar trabajos de mantenimiento, ante una parada de emergencia o para cuando se detiene la máquina por un período de tiempo considerable para evitar la deformación de la banda. La misma se comandará automáticamente a través de una señal de 24 Vca enviada por el tablero de control y manualmente.

Filtro-Regulador: Posee un filtro de 40 µm, contenedor de condensado de 50 ml y regulación entre 0-10 kg/cm^2. Con lo cual se asegura tener una presión de entrada constante, y la calidad de aire requerido.

Presóstato de baja: Envía una señal al sistema de control, a fin de asegurar el funcionamiento de la máquina siempre y cuando haya presión de aire suficiente. Es regulable entre 0-10 kg/cm^2 y con un diferencial de 0-2 kg/cm^2. Regulado en 6kg/cm^2 y 1 kg/cm^2 diferencial. Contacto eléctrico 230 Vca y 10 A. Grado de protección IP30.

Regulador de presión: Es un elemento de ajuste en la puesta a punto. Regulación entre 0-4 kg/cm^2. Variable según puesta a punto en funcionamiento.

Electroválvulas neumáticas: Son las encargadas de manejar el sistema de centrado de bandas, comandadas por palpadores eléctricos. Poseen un caudal nominal 600 litros/min y bobinas de 24 Vca. No necesitan lubricación. Las vías de escape cuentan con silenciadores.

Reordenamiento y reemplazo del tablero neumático

En base a los productos disponibles en el mercado se decidió el remplazo de algunos componentes. En lo que respectada al tratamiento del aire de entrada, se seleccionó una unidad combinada de mantenimiento de aire armada en tándem de fábrica con el mismo rendimiento que la utilizada por la empresa. Con esta se logra un menor tiempo de armado, menor probabilidad de pérdidas y/o fallas de armado, mejor aprovechamiento del espacio y una mejora considerable en cuanto a la estética.

En cuanto al conjunto de válvulas direccionales se decidió la colocación de las mismas sobre un distribuidor metálico con tornillos huecos. Con esto se logra disminuir el volumen ocupado, facilidad de armado, menor probabilidad de pérdidas, facilidad de remplazo individual y mejora estética.

Todo el conjunto armado en un gabinete estanco IP65 de PVC con frente translucido, el cual mantiene en condiciones los componentes neumáticos y garantiza una larga vida útil de los mismos.

En la siguiente imagen se puede observar un antes y después del tablero construido:

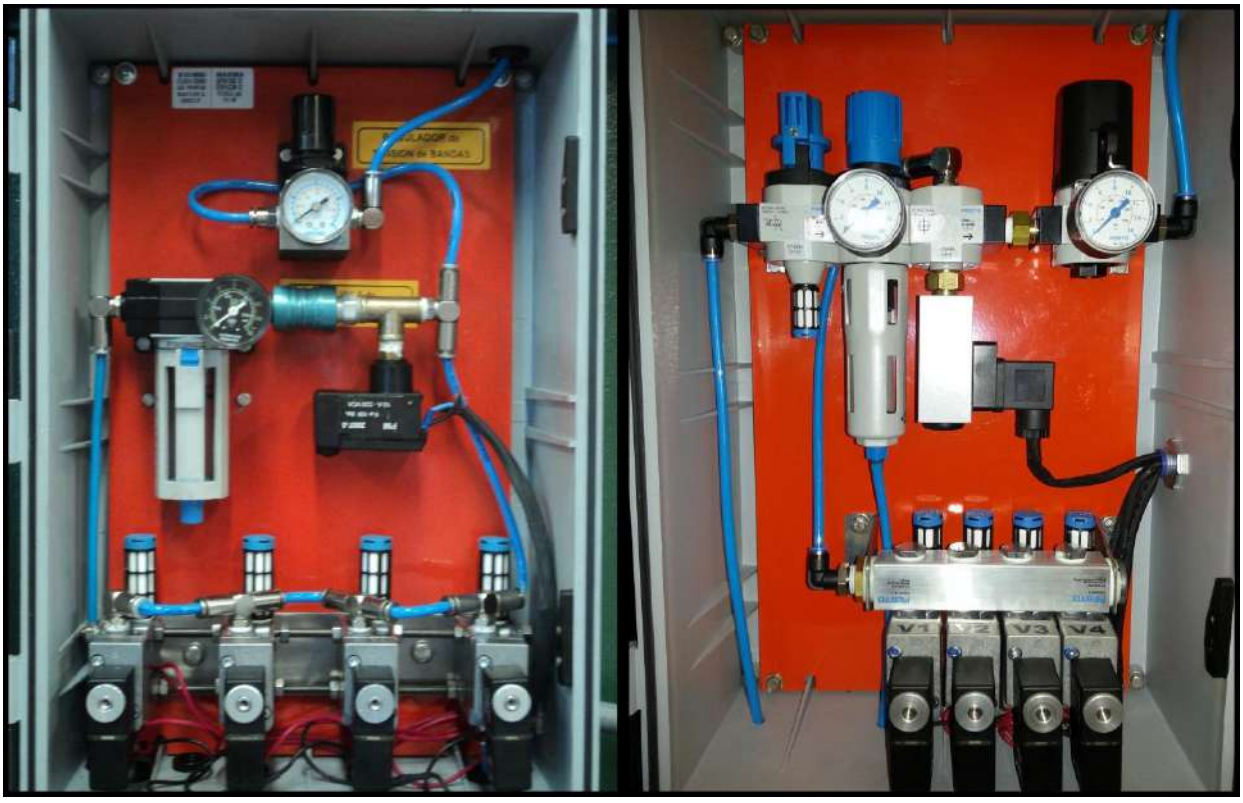


Figura 9 – Antes y después del tablero electro neumático

Sistema de centrado de bandas

Se analizó la conveniencia de la colocación de cilindros de émbolo o fuelles neumáticos para realizar el trabajo del centrado de bandas en los FDDB, siempre teniendo en cuenta una ecuación técnico-económica.

Los cilindros de fuelle fueron los seleccionados para el armado del sistema debido a sus características. Pueden brindar grandes fuerzas con bajos costes, mínimo desgaste, libres de mantenimiento y resistentes a las condiciones ambientales adversas.

En cuanto al armado del sistema son ideales, ya que al colocarlos enfrentados y a través de las electroválvulas y palpadores eléctricos de banda se logra un sistema con tres puntos de funcionamiento: central, derecho e izquierdo para lograr una actuación rápida, precisa y que aumenta la velocidad de centrado, por lo tanto se disminuyen las paradas del equipo por desalineaciones. En las figuras 10 se muestran algunos modelos comerciales y en la figura 11 el sistema desarrollado.

Los mismo trabajarán con una presión de 7 kg/cm^2 con lo cual se obtuvo un diámetro necesario de 150 mm y una carrera de 125 mm.

Figura 10 – Fuelles neumáticos

Figura 11 – Sistema centrado desarrollado

Planos instalación electro-neumática

Ver Anexos en página 102.

HIDRÁULICA

Una bomba de agua alimenta dos rack de lavado de bandas compuestos por una cantidad de boquillas de aspersión de agua a presión autolimpiantes. La cantidad de boquillas depende del ancho de banda del filtro deshidratador.

Estas picos o boquillas tienen un mecanismo de embolo y resorte por el cual se auto limpian al descender la presión de alimentación por debajo de 1 kg/cm^2. En la siguiente imagen se muestra uno de los mismos:

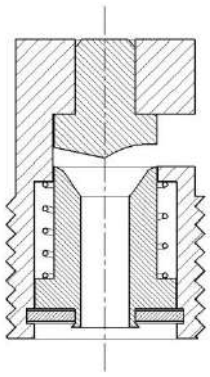


Figura 12 – Boquilla de lavado

Verificación de la bomba

Se verificó la selección de la bomba de lavado de bandas, en base al consumo de la máquina estudiada, la cual posee 14 picos de lavado con un consumo de 0,5 m^3/h para una presión de 7 kg/cm^2. La bomba es del tipo centrifuga de 9 kW y 3000 rpm, se considera que la bomba es apta para los requisitos solicitados no obstante su rendimiento en el punto de trabajo es bajo. Se recomienda la sustitución de la misma por una bomba del tipo centrifuga de doble etapa, de una potencia de 5,5 kW y 3000 rpm con la cual se reduce considerablemente el consumo y cumple perfectamente los requisitos hidráulicos.

Verificación de las cañerías

Las cañerías internas de la máquina son correctas, con velocidades del fluido un poco elevadas pero debido a las mínimas distancias no se producen pérdidas de carga significativas.

Selección de electroválvula

Se seleccionó una electroválvula de alivio de presión para lograr desactivar los picos de lavado, los cuales mediante un mecanismo de émbolo de posición variable con la presión de entrada producen un efecto de auto limpieza.

La válvula seleccionada es de acero inoxidable con conexiones roscadas de 1 ½ ”. Con la bobina a prueba de intemperie IP65, asientos de PTFE. El diámetro del orificio es de 26 mm y un Kv= 11.

Las válvulas se colocarán a la salida de los dos racks de lavado. La salida se utilizará para hacer un lavado de las bandejas de la máquina, las cuales tienden a acumular lodo si no se limpian manualmente. La misma será activada automáticamente desde el tablero de control con una frecuencia determinada contribuyendo a la automatización general del sistema.

Planos hidráulicos

Ver Anexos página 103.

Memoria de Cálculo

ELÉCTRICA

Cálculo del tiempo de arranque del FDDB

En el arranque de la máquina se ponen a girar una gran cantidad de elementos además de la masa en proceso, normalmente las velocidades son bajas por lo cual se espera obtener un tiempo de arranque relativamente bajo. Se calculó el mismo teniendo en cuenta al motor acoplado a un reductor y alimentado por un variador de frecuencia.

En la siguiente tabla se enumeran las variables tenidas en cuenta en el cálculo. Cabe destacar que se tomaron los valores más desfavorables en los que se puede encontrar regulada la máquina con el fin de obtener el valor máximo.

Frecuencia Variador Frecuencia [Hz]	60
Velocidad de giro del motor [rpm]	1692
Relación de transmisión (reductor)	101,6
Relación de transmisión (transmisión)	2,5
Cupla motora [kg.m]	1,02
Cupla resistente [kg.m]	0,5
Potencia motor [kW]	1,5
Rendimiento reductor	0,8
Rendimiento transmisión	0,9
Velocidad de la banda [m/min]	4,585
Ancho de la máquina [mm]	1100
Diámetro Ejes [mm]	63,5
Densidad Acero SAE1010 [kg/dm^3]	7,85
Masa en proceso [kg]	400

Tabla 8 - Datos de variador de frecuencia

Tablas de Momentos de Inercia

Cantidad Rodillos	Descripcion	Diametro Exterior [mm]	Diametro Interior [mm]	Largo [mm]	kg/m	Peso [kg]	Ixx Momentos de inercia [kg.m^2]	Velocidad de rotacion [rad/s]	Ixx ref al eje motor [kg.m^2]
1	1º Zona s	323	310,3	1200	49,68	59,62	1,495	0,473	1,07E-05
1	2º Zona s	273	260,3	1200	41,73	50,08	0,891	0,560	8,89E-06
1	3º Zona s	219,1	206,2	1200	33,28	39,94	0,452	0,698	7,00E-06
1	4º Zona s	168,3	154,08	1200	28,23	33,88	0,220	0,908	5,79E-06
1	5ºZona s	168,3	154,08	1200	28,23	33,88	0,220	0,908	5,79E-06
1	Guia cuña	114,3	102	1200	16,06	19,27	0,057	1,337	3,22E-06
1	Guia inf	141,3	128,2	1200	21,76	26,11	0,119	1,082	4,43E-06
1	Guia sup	168,3	154,08	1200	28,23	33,88	0,220	0,908	5,79E-06
2	Centrado	114,3	102	1200	16,06	38,54	0,113	1,337	6,44E-06
2	Tension	168,3	154,08	1200	28,23	67,75	0,441	0,908	1,16E-05
2	Motorizacion	219,1	205,02	1200	33,28	79,87	0,899	0,698	1,39E-05
1	Nervado	477	470,65	1200	37,35	44,82	2,516	0,320	8,23E-06
TOTAL tubos									**9,18E-05**

Tabla 9 – Momentos de inercia de los rodillos

Cantidad Ejes	Descripcion	Diametro Exterior [mm]	Diametro Interior [mm]	Largo [mm]	kg/m	Peso [kg]	Momentos de inercia [kg.m^2]	Velocidad de rotacion [rad/s]	Ixx ref al eje motor [kg.m^2]
2	1º Zona s	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	0,619	1,32E-07
2	2º Zona s	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	0,733	1,84E-07
2	3º Zona s	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	0,913	2,86E-07
2	4º Zona s	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	1,188	4,85E-07
2	5ºZona s	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	1,188	4,85E-07
2	Guia cuña	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	1,750	1,05E-06
2	Guia inf	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	1,415	6,87E-07
2	Guia sup	63,5	0	430	24,85	21,37	0,011	1,188	4,85E-07
2	Centrado frontal	63,5	0	436	24,85	21,67	0,011	1,750	1,07E-06
2	Centrado posterior	63,5	0	401	24,85	19,93	0,010	1,750	9,80E-07
2	Tension frontal	63,5	0	639	24,85	31,76	0,016	1,188	7,20E-07
2	Tension posterior	63,5	0	473	24,85	23,51	0,012	1,188	5,33E-07
2	Motorizacion	63,5	0	515	24,85	25,60	0,013	0,913	3,42E-07
2	Motorizacion	63,5	0	420	24,85	20,87	0,011	0,913	2,79E-07
1	Nervado	63,5	0	1608	24,85	39,96	0,020	0,419	1,13E-07
TOTAL Ejes									**7,82525E-06**

Tabla 10 - Momentos de inercia de las puntas de ejes de los rodillos

Cantidad Bridas	Descripcion	Diametro Exterior [mm]	Diametro Interior [mm]	Espesor [mm]	Volumen [mm^3]	Peso [kg]	Momentos de inercia [$kg.m^2$]	Velocidad de rotacion [rad/s]	Ixx ref al eje motor [$kg.m^2$]
2	1º Zona s	312	63,5	19,05	1396115,0	21,92	0,278	0,619	3,39E-06
2	2º Zona s	262	63,5	19,05	966710,3	15,18	0,138	0,733	2,36E-06
2	3º Zona s	208	63,5	19,05	586979,0	9,22	0,054	0,913	1,45E-06
2	4º Zona s	156	63,5	19,05	303781,4	4,77	0,017	1,188	7,61E-07
2	5ºZona s	156	63,5	19,05	303781,4	4,77	0,017	1,188	7,61E-07
2	Guia cuña	104	63,5	19,05	101497,3	1,59	0,003	1,750	2,88E-07
2	Guia inf	130	63,5	19,05	192525,2	3,02	0,008	1,415	5,05E-07
2	Guia sup	156	63,5	19,05	303781,4	4,77	0,017	1,188	7,61E-07
4	Centrado	104	63,5	15,875	84581,1	2,66	0,005	1,750	4,81E-07
4	Tension	156	63,5	19,05	303781,4	9,54	0,034	1,188	1,52E-06
4	Motorizacion	207	63,5	19,05	580769,8	18,24	0,107	0,913	2,84E-06
2	Nervado	472	63,5	7,9375	1363719,8	21,41	0,607	0,419	3,40E-06
2	Nervado	560	63,5	7,9375	1929875,7	30,30	1,203	0,419	6,74E-06
2	1º Zona s	312	63,5	12,7	930743,3	14,61	0,185	0,619	2,26E-06
2	2º Zona s	262	63,5	12,7	644473,6	10,12	0,092	0,733	1,57E-06
2	3º Zona s	208	63,5	12,7	391319,3	6,14	0,036	0,913	9,64E-07
2	4º Zona s	156	63,5	12,7	202520,9	3,18	0,011	1,188	5,07E-07
2	5ºZona s	156	63,5	12,7	202520,9	3,18	0,011	1,188	5,07E-07
2	Guia cuña	104	63,5	12,7	67664,9	1,06	0,002	1,750	1,92E-07
2	Guia inf	130	63,5	12,7	128350,1	2,02	0,005	1,415	3,36E-07
2	Guia sup	156	63,5	12,7	202520,9	3,18	0,011	1,188	5,07E-07
4	Centrado	104	63,5	12,7	67664,9	2,12	0,004	1,750	3,85E-07
4	Tension	156	63,5	12,7	202520,9	6,36	0,023	1,188	1,01E-06
4	Motorizacion	207	63,5	12,7	387179,9	12,16	0,071	0,913	1,89E-06
2	Nervado	150	63,5	12,7	184207,6	2,89	0,010	0,419	5,37E-08
TOTAL Bridas									**3,54352E-05**

Tabla 11 - Momentos de inercia de las bridas

Ecuaciones utilizadas

Inercia de una masa referida a un eje

$$m\frac{v^2}{2} = J_C\frac{\omega^2}{2}$$

Momento de inercia referido al eje del motor

$$J_{Total}\frac{\omega^2}{2} = J_M\frac{\omega_M{}^2}{2} + J_1\frac{\omega_1^2}{2} + J_2\frac{\omega_2{}^2}{2} + \ldots + J_n\frac{\omega_n{}^2}{2}$$

Tiempo de arranque

$$t_a = \frac{J_T\cdot(\omega_f - \omega_i)}{C_M - C_R}$$

TOTAL DE INERCIAS REFERIDAS AL EJE DEL MOTOR		
COMPONENTES	Momentos de inercia individuales [kg.m^2]	Referido al eje del motor [kg.m^2]
SUMA RODILLOS	5,42E+01	1,35E-04
MASA EN PROCESO		7,44E-05
TRANSMICION	5,00E-04	4,84E-08
REDUCTOR	1,50E-03	1,50E-03
MOTOR	4,00E-03	4,00E-03
TOTAL REFERIDO AL EJE DE MOTOR [kg.m^2]		5,71E-03
TIEMPO DE ARRANQUE [s]		**1,052**

Tabla 12 - Cálculo tiempo de arranque

Cálculo térmico del tablero

Se emplearán gabinetes que cumplan con la norma IEC 60670, por lo tanto puede efectuarse el dimensionamiento térmico según el método establecido en la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina en su anexo 771-H.3.

Se obtuvieron los valores de disipación térmica del gabinete y de los componentes a instalar en el interior del tablero de los manuales digitales provistos por los fabricantes en sus páginas web, los valores se muestran en la siguiente tabla:

Componentes	Descripción	Disipación [W]	Cantidad	Total [W]
Variador de frecuencia	Movitrac MC LTPA0015503100	45	1	45
Relés interface	Finders	0,5	24	12
PLC	Siemens 24RCE	3,1	1	3,1
Modulo E/S	Siemens DM16	2,5	2	5
Fuente	Power 2,5 A	9	1	9
Contactores	Corriente 18 A	2,4	1	2,4
	Corriente 9 A	0,6	6	3,6
Interruptor Termomagnético	Corriente 50 A	18	1	18
	Corriente 10 A	8	1	8
Guarda Motores	tripolar 0,7 a 1 A	4,2	2	8,4
	tripolar 1,1 a 1,6 A	4,2	2	8,4
	tripolar 5,5 a 8 A	4,5	1	4,5
	tripolar 14 a 20 A	6	1	6
Transformador	100 W	6,25	1	6,25
Ojos de buey	Todos los colores de LED	1,2	12	14,4
			TOTAL	**154,05**

Tabla 13 - Cargas térmicas

Cálculo teórico térmico según AEA

EL método se basa en verificar que la potencia disipada por los dispositivos instalados, afectado por un factor de utilización, no supere la máxima disipable en el gabinete.

La potencia total disipada es la suma de:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0{,}2 \cdot P_{dp} + P_{au}$$

P_{tot}: es la potencia disipada en W

P_{dp}: es la potencia disipada por los elementos de protección afectada por el coeficiente de utilización K_e y el factor de simultaneidad K

$0{,}2.P_{dp}$: es la potencia total disipada por las conexiones

P_{au}: es la potencia total disipada en otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluida en las anteriores, tales como lámparas de señalización, los transformadores, campanillas, etc.

Cálculo de Pdp

	Numero de Circuitos	Potencia disipada por polo	Número de Polos	Potencia Disipada por cada dispositivo	Factor de utilización/ simultaneidad	Potencia disipada afectada por coeficientes
Circuito de Entrada	0	4,5	4	18	1	18
Circuito de Salida	1	0,2	3	0,6	0,85	0,51
	2	2,8	3	8,4	0,85	7,14
	3	1,6	3	4,8	0,85	4,08
	4	1,6	3	4,8	0,85	4,08
	5	1,6	3	4,8	0,85	4,08
	6	1,4	3	4,2	0,85	3,57
	7	1,7	3	5,1	0,85	4,335
	8	1,6	3	4,8	0,85	4,08
Total					Pdp	49,875
					Pdp · 1,2	59,85

Tabla 14.1 - Potencia disipada por elementos de protección

Cálculo de Pau

		Disipación [W]	Cantidad	Total [W]
Variador de frecuencia	MC LTPA0015503100	45	1	45
Relés interface	Finders	0,5	24	12
PLC	Siemens 24RCE	3,1	1	3,1
Modulo E/S	Siemens DM16	2,5	2	5
Fuente	Power 2,5 A	9	1	9
Transformador	100 W	6,25	1	6,25
Ojos de buey	Todos los colores de LED	1,2	12	14,4
Total			Pau	94,75

Tabla 14.2 – Otras cargas térmicas

Con lo cual la potencia total es de:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0{,}2 \cdot P_{dp} + P_{au} = 49.9 + 9.9 + 94{,}7 = 154{,}6\,W$$

Datos del gabinete

Indicar las nomenclaturas de la tabla

Ancho [mm]	Alto [mm]	Profundo [mm]	Volumen [dm^3]	Modelo		1	2	3	4	5	6	7
600	750	225	101,25	9	9209	143	124	136	116	128	109	98
600	900	225	121,5	9	9210	168	144	159	135	150	126	116
600	1050	225	141,75	9	9212	192	165	182	154	172	144	133
600	1200	225	162	9	9211	217	185	205	173	193	161	151
750	750	225	126,5625	9	9213	171	146	163	139	156	131	118
750	900	225	151,875	9	9215	200	170	191	161	182	152	139
750	1200	225	202,5	9	9214	258	218	246	206	234	194	181

Tabla 15 - Datos de disipación dados por el fabricante

Seleccionando la columna 2 correspondiente al tipo de instalación: montado sobre pared, se obtiene la dimensión mínima del tablero **600x1050x225 mm**.

Con lo cual:

$$P_{tot} = 155\,W < P_{de} = 165\,W$$

La dimensión de gabinete por el espacio necesario para ubicar todos los componentes es de 750x1050x300 mm con lo cual está asegurado el correcto funcionamiento térmico del gabinete.

Cálculo de conductores

Alimentación Tablero Comando y Potencia

1. Determinación de la corriente de proyecto

Se calcula la corriente de proyecto (I_B) a partir de la carga total del TSG. Tenemos:

$$S = C_T$$

$$S = \frac{14530\ W}{0{,}8} = 18163\ V \cdot A$$

Luego

$$I_B = \frac{18163\ V \cdot A}{\sqrt{3} \cdot 380\ V}$$

I_B =27,6 A

2. Elección del conductor a partir de su (I_z) corriente máxima admisible

El conductor será un IRAM 2178 multipolar, aislamiento de PVC e instalado en bandeja portacable perforada. Se consideró la temperatura del ambiente de 40 ºC obteniéndose de tabla 771.16.IIa) (pág. 95) se obtuvo el factor de corrección por temperatura $f_t = 1$ y un agrupamiento de conductores en una sola capa sobre bandeja portacable perforada horizontal o vertical correspondiente a 5 circuitos obteniéndose de las tablas 771.16.IV (pág. 100) un factor de corrección por agrupamiento$f_a = 0{,}75$.

Entonces la corriente admisible necesaria será:

$$I_B \leq I_Z = I_{adm} \cdot f_t \cdot f_a$$

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_t \cdot f_a} = \frac{27{,}6\ A}{1 \cdot 0{,}75}$$

$$I_{Z'} = 36{,}8\ A$$

De la tabla 771.16.III (pág. 96) se seleccionó un conductor de cobre de 6 mm^2 que posee una corriente admisible de $I_{adm} = 37\ A$. Por lo tanto la corriente máxima admisible será de:

$$I_Z = 37 \cdot 1 \cdot 0{,}75 = 27{,}75\ A$$

$$I_B \leq I_Z = 27{,}75\ A$$

3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección (I_n **)**

Corroborando que se cumple la relación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$27{,}6 \leq I_n \leq 27{,}75$$

Como no voy a encontrar ningún interruptor magnetotérmico tan justo paso directamente a un conductor de mayor sección.

De la tabla 771.16.III (pág. 96) se seleccionó un conductor de cobre de 10 mm^2 que posee una corriente admisible de $I_{adm} = 52\ A$. Por lo tanto la corriente máxima admisible será de:

$I_Z = 52 \cdot 1 \cdot 0{,}75 = 39\ A$

$$I_B \leq I_Z = 39\ A$$

Entonces

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$27{,}6 \leq I_n \leq 39\ A$$

Entonces, del catálogo Siemens BETA se seleccionó un interruptor termo magnético de las siguientes características:

$$5SPA4\ 163 - 6$$

$$IEC\ 60898{:}\ 10000\ A$$

$$Tetrapolar\ Curva\ C\ Clase\ 3$$

$$Calibre\ I_n = 32\ A$$

4. Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga.

$$1{,}45 \cdot I_n \leq 1{,}45 \cdot I_Z$$
$$1{,}45 \cdot 32 \leq 1{,}45 \cdot 52 \leftarrow Verifica$$

Como utilizamos interruptor automático termomagnético y cables normalizados, entonces se verifica.

5. Determinación de la corriente de cortocircuito máxima ($I_k^{''}$)

Suponiendo un transformador propio de la empresa y líneas de distribución, con las siguientes características:

$$S = 1\ MV \cdot A$$
$$U = 13{,}2/0{,}400 - 0{,}230\ kV$$
$$I_k^{''} = 26838\ A$$

$$S = 3x70 + 1x50\ mm^2$$
$$d = 50\ m$$
$$R = 0{,}514\ \frac{\Omega}{km}$$
$$X = 0{,}0915\ \frac{\Omega}{km}$$

Cálculo de la impedancia de alimentación

$$z_{alim} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\vec{z} = \vec{z}_{ant} + \vec{z}_{alim}$$

$$z_{ant} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 26838} = 0{,}0082\ \Omega \cong X$$

Suma algebraica

R	X
0	0,0082
0,0257	0,00457
0,0257	0,01277

$$z_{alim} = \sqrt{0{,}0257^2 + 0.01277^2}$$

$$z_{alim} = 0{,}0287\ \Omega$$

El valor de la corriente de cortocircuito en el TP es:

$$I''_{kTP} = \frac{380}{\sqrt{3}\ \cdot\ 0{,}0287}$$

$$I''_{kTP} = 7644\ A$$

Cálculo de la impedancia del CSG

$$R = 1{,}83\frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}050\ km = \ 0{,}0915$$

$$X = 0{,}171\frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}050\ km = 0{,}00855$$

La suma vectorial es

R	X
0,0915	0,00855
0,0257	0,01277
0,1172	0,0213

Con lo cual

$$z = \sqrt{0{,}1172^2 + 0.0213^2}$$

$$z = 0{,}119\ \Omega$$

Entonces la corriente máxima de cortocircuito en el TSG será:

$$I''_{kTP} = \frac{380}{\sqrt{3}\ \cdot\ 0{,}119}$$

$$I''_{kTP} = 1844\ A$$

6. Verificación por máxima exigencia térmica

Se verificó que se cumpla la ecuación de la pág. 135 de la norma, la cual:

Para tiempo de corte $t \leq 0{,}1\ s$

$k^2 S^2 \geq I^2 t$,

Por tabla 771.19.II (pág. 136), para S= 10 mm^2 y aislación de PVC se obtuvo el valor de $k = 115$ y de la tabla 771-H.IX (pág. 232) el valor de $I^2 t = 84000 A^2 s$.

Entonces:

$$115^2 \cdot 10^2 mm^4 \geq 84000\ A^2 s$$

$$1322500\ mm^4 \geq 84000\ A^2 s \quad VERIFICA$$

Para tiempo de corte $0{,}1\ s \leq t \leq 5\ s$

$$S \geq \frac{I_{kTP} \cdot \sqrt{0{,}1}}{k} = \frac{1844 \cdot \sqrt{0{,}1}}{115} = 5{,}07\ mm^2$$

$$10 mm^2 \geq 5{,}07\ mm^2 \quad VERIFICA$$

7. Verificación actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito ($I_{k_{\min}}$)

Se calculó el valor de la corriente de cortocircuito mínima en el TSG. Averiguando el valor de la impedancia del conductor de alimentación del TSG, entonces:

$$n \cdot I_n \leq I_{kTSG}$$

$$10 \cdot 32\ A = 320\ A \leq 1844\ A \quad VERIFICA$$

8. Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

Por tratarse de un circuito seccional se permite una caída de tensión $\Delta U = 1{,}5\ \% = 5{,}7\ V$, la expresión con que se realizó el cálculo es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot R_{70°\mathrm{C}} \cdot \cos\varphi$$

$$R_{80°\mathrm{C}}^{10\ mm^2} = 2{,}27\ \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°\mathrm{C}}^{10\ mm^2} = 2{,}27 \cdot (1 + \alpha\ \Delta t)\ \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°\mathrm{C}}^{10\ mm^2} = 2{,}27 \cdot (1 + 0{,}00393 \cdot (-10))\frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°\mathrm{C}}^{10\ mm^2} = 2{,}18\ \frac{\Omega}{km}$$

Por lo tanto, el valor porcentual de la caída de tensión será de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 28\ A \cdot 0.05\ km \cdot 2{,}18\ \frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}85$$

$$\Delta U = 4{,}49\ V \leq 5{,}7\ V \quad VERIFICA$$

Estimándose una caída de tensión del 1 % en la línea principal, 1 % en el circuito seccional general, un 1,5 % en el circuito seccional particular de alimentación del tablero eléctrico en estudio. Quedando una caída máxima admisible del 1,5% en los circuitos terminales de uso específico para motores, sumándose un 5 % de caída total admisible en este tipo de circuitos según AEA pag. 89.

Durante el arranque los motores asíncronos consumen una corriente de aproximadamente 7 veces la nominal y su factor de potencia según norma puede ser de cos(φ)=0,3 por lo tanto tenemos:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 196\, A \cdot 0.05\, km \cdot 2{,}18\, \frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}3$$

$$\Delta U = 11{,}10\, V \leq 19\, V \quad 2{,}92\,\% \text{ VERIFICA}$$

(siendo la caída máxima admisible máxima en el arranque de 15% para circuitos de usos específicos que alimentan solo motores)

Esta situación es solo a modo de verificación, ya que se no se prevé el encendido simultaneo de todos los motores que alimenta este circuito.

De tabla 771.18.III (pág. 127) se obtuvo la dimensión del conductor de protección de puesta a tierra, el cual posee una sección de 10 mm^2. Con lo que la notación será:

$$1(4\ x\ 10) + \ PE\ 10$$

9. Verificación de mínima sección para circuitos

De tabla 771.13.I (pág. 89) se verificó que para el tipo de circuito seccional la sección mínima es de 2,5 mm^2, lo cual se cumple.

Alimentación Motores de Máquina

1. Determinación de la corriente de proyecto

Se calcula la corriente de proyecto (I_B) a partir de la carga total del TSG. Tenemos:

$$S = C_T$$

$$S = \frac{250\ W}{0{,}8} = 312.5\ V \cdot A$$

Luego

$\boldsymbol{I_B = 0{,}83\ A}$

2. Elección del conductor a partir de su (I_z) corriente máxima admisible

El conductor será un IRAM 247-3 unipolar, aislamiento de PVC e instalado en caño a la vista. Se consideró la temperatura del ambiente de 40 ºC obteniéndose de tabla 771.16.IIa) (pág. 95) se obtuvo el factor de corrección por temperatura $f_t = 1$ y un agrupamiento de conductores encerrados correspondiente a 4 circuitos obteniéndose de las tablas 771.16.IV (pág. 100) un factor de corrección por agrupamiento $f_a = 0{,}65$.

Entonces la corriente admisible necesaria será:

$$I_B \leq I_Z = I_{adm} \cdot f_t \cdot f_a$$

$$I_{Z'} = \frac{I_B}{f_t \cdot f_a} = \frac{0{,}83\ A}{1 \cdot 0{,}65}$$

$$I_{Z'} = 1{,}28\ A$$

De la tabla 771.16.III (pág. 96) se seleccionó un conductor de cobre de 1,5 mm^2 que posee una corriente admisible de $I_{adm} = 13\ A$. Por lo tanto la corriente máxima admisible será de:

$$I_Z = 13 \cdot 1 \cdot 0{,}65 = 8{,}45\ A$$

$$I_B \leq I_Z = 8{,}45\ A$$

3. Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección (I_n **)**

Corroborando que se cumple la relación:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$1{,}28 \leq I_n \leq 8{,}45$$

Entonces, del catálogo Siemens se seleccionó un interruptor automático termomagnético (guardamotor) de las siguientes características:

$$Tripolar$$

$$Calibre\ I_n = \ 1\ A$$

$$Regulacion\ \ 1\ \leq\ I_n \leq\ 1{,}6\ A$$

$$Poder\ de\ corte\ I_{cu} = \ 100\ kA$$

4. Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga (pág. 138)

$$1{,}45 \cdot \ I_n \leq 1{,}45 \cdot I_Z$$

$$1{,}45 \cdot 1{,}6 \leq 1{,}45 \cdot 8{,}45 \ \leftarrow Verifica$$

5. Determinación de la corriente de cortocircuito máxima ($I_k^{''}$)

Sabiendo que la $I_{kTSG}^{''} = 1844\ A$ entonces, calculamos:

$$R = 12{,}1\frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}030\ km = \ 0{,}363$$

$X = 0{,}208\frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}030\ km = 0{,}00624$

La suma vectorial es

R	X
0,1172	0,0213
0,363	0,00624
0,480	0,0275

Con lo cual

$$z = \sqrt{0{,}480^2 + 0.0275^2}$$

$$z = 0{,}481\ \Omega$$

Entonces la corriente máxima de cortocircuito en el TSG será:

$$I''_{kTP} = \frac{380}{\sqrt{3}\ \cdot\ 0{,}481}$$

$$I''_{kTP} = 456\ A$$

6. Verificación por máxima exigencia térmica

Se verificó que se cumpla la ecuación de la pág. 135 de la norma, la cual:

Para tiempo de corte $t \leq 0{,}1\ s$

En la siguiente imagen se muestra la curva de tiempo de corte del guardamotor, brindada por el fabricante

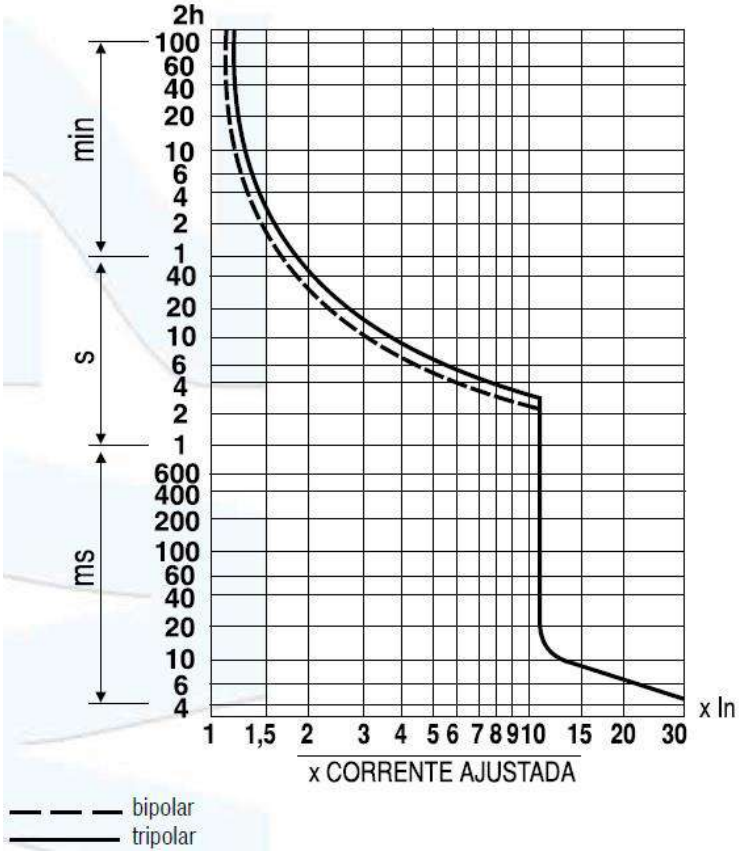


Figura 13 – Curva de tiempos de corte guardamotor

Para una corriente de cortocircuito de 456 A, y una corriente nominal de guardamotor de 1 A, es decir 456 veces la nominal, el tiempo de corte es inferior a 0,1 s. Entonces utilizando la ecuación:

$$k^2 S^2 \geq I^2 t$$

Por tabla 771.19.II (pág. 136), para S< 300 mm^2 y aislación de PVC se obtuvo el valor de $k = 115$ y el valor de I^{2}t lo obtengo de la siguiente curva brindada por el fabricante.

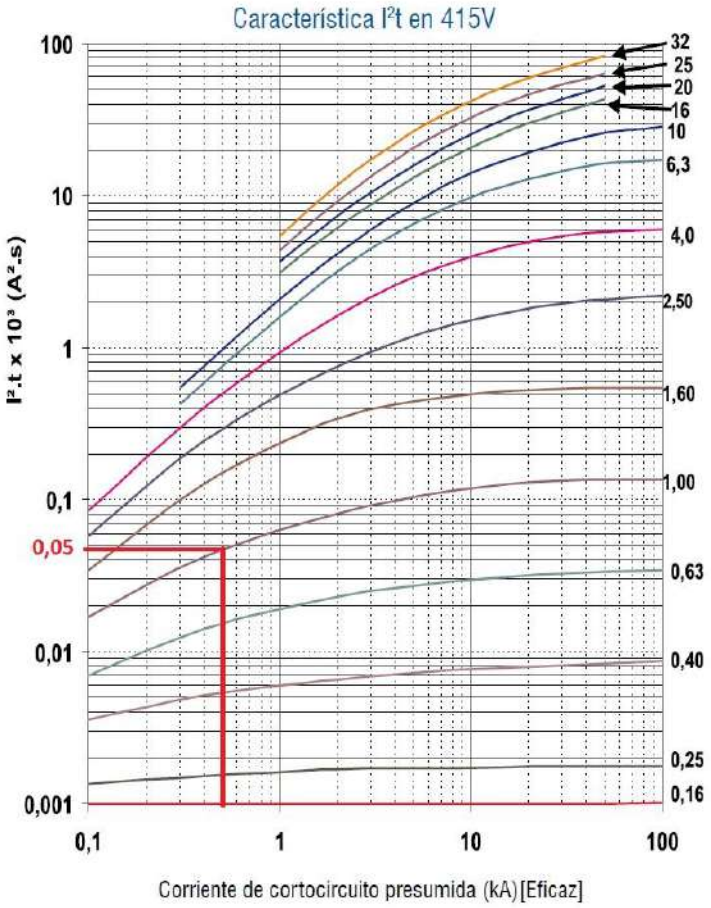


Figura 14 – Curva I^2t guardamotor

Entonces:

$$115^2 \cdot 1{,}5^2 mm^4 \geq 0{,}05 \cdot 10^3 = 50\ A^2 s$$

$$29756 \geq 50\ A^2 s \quad VERIFICA$$

7. Verificación actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito ($I_{k_{\min}}$)

Se calculó el valor de la corriente de cortocircuito mínima en el TSG. Averiguando el valor de la impedancia del conductor de alimentación del TSG, entonces:

$$n \cdot I_n \leq I_{kTSG}$$

$$10 \cdot 1{,}6\ A = 16\ A \leq 456\ A \quad VERIFICA$$

8. Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito

Por tratarse de un circuito seccional se permite una caída de tensión $\Delta U = 0{,}5\ \% = 1{,}9\ V$, la expresión con que se realizó el cálculo es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_B \cdot l \cdot R_{70°C} \cdot \cos\varphi$$

$$R_{80°C}^{10\ mm^2} = 12{,}1\ \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°C}^{10\ mm^2} = 12{,}1 \cdot (1 + \alpha\ \Delta t)\ \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°C}^{10\ mm^2} = 12{,}1 \cdot (1 + 0{,}00393 \cdot (-10))\frac{\Omega}{km}$$

$$R_{70°C}^{10\ mm^2} = 11{,}62\ \frac{\Omega}{km}$$

Por lo tanto, el valor porcentual de la caída de tensión será de:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 0{,}83\ A \cdot 0.03\ km \cdot 11{,}62\ \frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}85$$

$$\Delta U = 0{,}43\ V \leq 1{,}9\ V \quad VERIFICA$$

Durante el arranque los motores asíncronos consumen una corriente de aproximadamente 7 veces la nominal y su factor de potencia según norma puede ser de cos(fi)=0,3 por lo tanto tenemos:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 5{,}81\ A \cdot 0.03\ km \cdot 11{,}64\ \frac{\Omega}{km} \cdot 0{,}3$$

$$\Delta U = 1{,}05\ V \leq 5{,}7\ V = 1{,}5\ \% \quad VERIFICA$$

De tabla 771.18.III (pág. 127) se obtuvo la dimensión del conductor de protección de puesta a tierra, el cual posee una sección de 2,5 mm^2. Con lo que la notación será:

$$1(4\ x\ 1{,}5) + PE\ 2{,}5$$

9. Verificación de mínima sección para circuitos

De tabla 771.13.I (pág. 89) se verifico que para el tipo de circuito terminal la sección mínima es de 1,5 mm^2, lo cual se cumple.

NEUMÁTICA

Requisitos del fluido de entrada

Para el correcto funcionamiento del sistema es necesario que el fluido de trabajo cumpla con las condiciones especificadas según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]

ISO 8573-1:2010	Partículas sólidas				Agua		Aceite
Clase	Cantidad máxima de partículas por m³			Concentración de masa	Punto de condensación bajo presión	Líquido	Contenido total en aceite (líquido, aerosol y niebla)
	0,1 a 0,5 µm	0,5 a 1 µm	1 a 5 µm	mg/m³	°C	g/m³	mg/m³
0	Según lo que establezca el usuario del equipo, exigencias más elevadas que en la clase 1						
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	–	≤ -70	–	0,01
2	≤ 400 000	≤ 6000	≤ 100	–	≤ -40	–	0,1
3	–	≤ 90 000	≤ 1000	–	≤ -20	–	1
4	–	–	≤ 10 000	–	≤ +3	–	5
5	–	–	≤100 000	–	≤ +7	–	–
6	–	–	–	≤ 5	≤ +10	–	–
7	–	–	–	5 a 10	–	≤ 0,5	–
8	–	–	–	–	–	0,5 a 5	–
9	–	–	–	–	–	5 a 10	–
X	–	–	–	> 10	–	> 10	> 10

Tabla 16 – Características del aire según norma ISO8573-1:2010

Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado, pero requiere seguir utilizando aire lubricado de por vida (no recomendable).

Las temperaturas del aire y del entorno deben mantenerse entre los siguientes valores:

Ambiente: -5 a +40 ºC

Fluido: -10 a +60 ºC

Análisis de funcionalidad-costo entre cilindros y fuelles neumáticos

Se analizará la conveniencia de la colocación de cilindros de émbolo o fuelles neumáticos para cumplir con la función del centrado de bandas en los FDDB.
Se tendrán en cuenta también los componentes complementarios necesarios para el funcionamiento en el cálculo de la relación técnico-económica.

Características de los cilindros de fuelle

Básicamente con todos los cilindros de fuelle se pueden utilizar grandes fuerzas con bajos costes y un espacio de montaje relativamente reducido. El desgaste es mínimo y apenas necesitan mantenimiento; garantizan una larga vida útil y hacen posible una posición angular de hasta 30°, dependiendo de su uso. Son resistentes a las condiciones ambientales adversas. Son ideales para carreras cortas y grandes fuerzas.

Características de los cilindros de émbolo

Hay de distintos tipos y entre los más importantes podemos nombrar: lineales o giratorios, con vástago o sin vástago y de simple o doble efecto. En cuanto a las características de resistencia a las condiciones ambientales, necesidad de mantenimientos, fuerza, tamaño, etc. se los puede encontrar en todas sus variantes.

Selección de cilindro de émbolo

En este caso nos encontramos con muchas opciones, entre las cuales podemos nombrar:

I. Cilindro de doble efecto accionados con una válvula 4/3
II. Cilindro de 3 posiciones con doble pistón y accionamiento mediante 2 válvulas 3/2
III. Dos cilindros de carrara corta enfrentados y accionamiento mediante 2 válvulas 3/2
IV. Cilindro de doble efecto con sensor de proximidad central y accionamiento mediante válvulas y circuito lógico

Comenzamos por la opción I, la válvula 4/3 es accionada a través del sistema palpador de banda (del tipo mecánico giratorio). El cilindro comenzara a actuar hasta obtener una posición final determinada por el movimiento de la banda. El circuito se puede observar en la siguiente imagen:

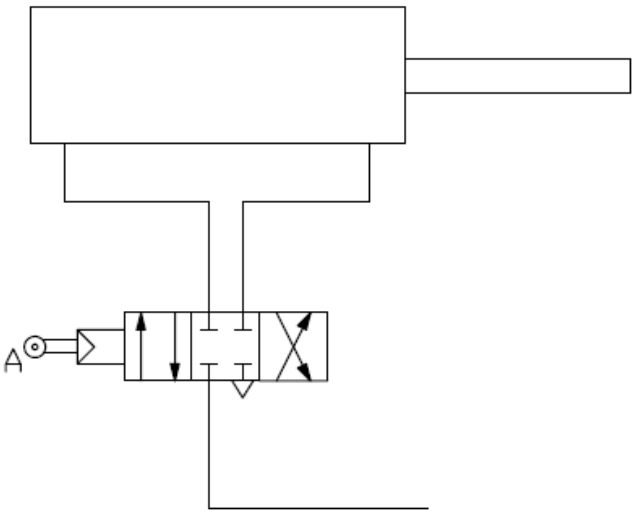


Figura 15 – Cilindro embolo y válvula 4/3

Este sistema no funcionaría correctamente, debido a la baja velocidad de centrado de las bandas comparada con la velocidad de accionamiento del cilindro. La secuencia de centrado sería la siguiente:

Al desplazarse la banda la válvula 4/3 comandada por un palpador comienza a abrir/cerrar el cilindro para corregir, hasta que se centra la banda y luego se queda en esa posición. O sea sigue desplazando la banda a la izquierda/derecha entonces después de un tiempo comienza a corregir a la derecha y así reiteradamente hasta lograr un centrado perfecto. Sumando a esto las perturbaciones el sistema está corrigiendo constantemente.

Opción 2, el cilindro de tres posiciones (izquierda, central, derecha) se posicionará de manera de corregir los desplazamientos de la banda, siendo comandado por dos válvulas 3/2 que se encontrarán a ambos lados de la banda detectando el movimiento lateral de la misma. El circuito se puede observar en la siguiente imagen:

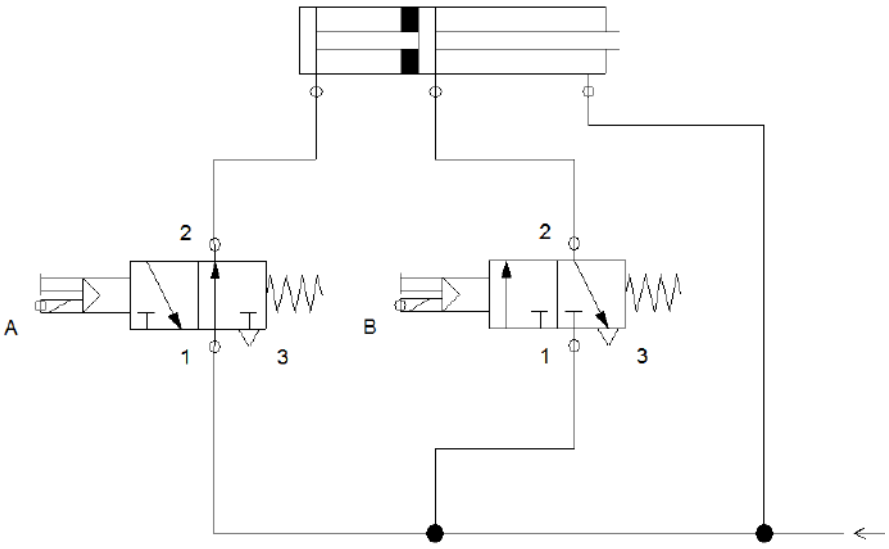


Figura 16 – Cilindro de tres posiciones y electroválvulas 3/2

En este sistema el centrado funciona correctamente pero el costo puede ser elevado debido a la complejidad del cilindro, además que las fuerzas no son iguales en todas las carreras.

Opción 3, dos cilindros de carrara corta enfrentados y accionamiento mediante 2 válvulas 3/2. El circuito se puede ver en la siguiente figura:

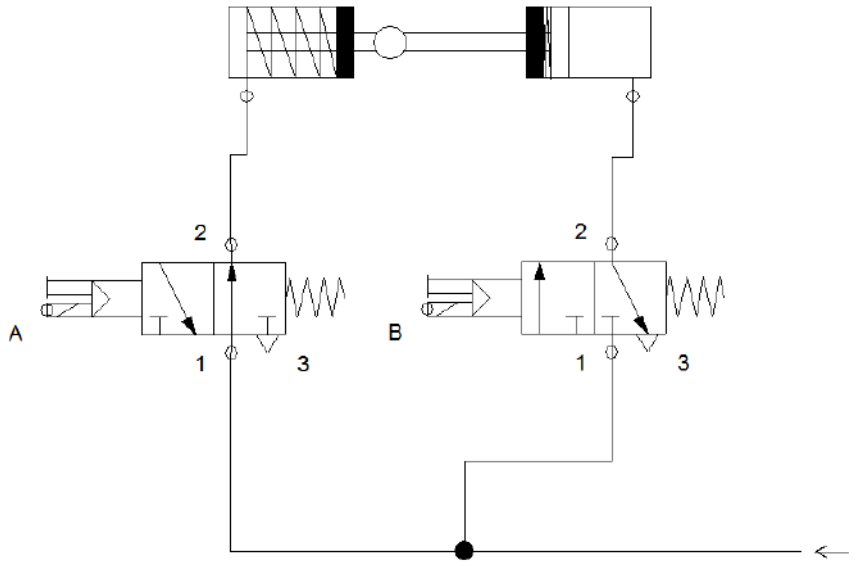


Figura 17 – Cilindros de carrera corta y electroválvulas 3/2

El centrado funciona correctamente, la vuelta a la posición central es debida a la acción de los muelles.

Opción 4, Esta opción es la más costosa y compleja, por lo tanto no es la más adecuada para este tipo de máquina.

Se seleccionarán los elementos correspondientes a las opciones I, II y III para luego hacer un análisis de costos.

Cilindro doble acción con válvula 4/3

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]							
Diámetro del émbolo		40	50	63	80	100	125
Fuerza teórica con 6 bar en		754	1 178	1 870	3 016	4 712	7 363
avance	S2/S20	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Fuerza teórica con 6 bar en		633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
retroceso	S2/S20	633	990	1 682	2 721	4 418	6 881
Energía máx. de impacto en las posiciones finales[1)]		0,2	0,2	0,5	0,9	1,2	5

Figura 18 – Datos cilindro doble acción

Diámetro= 80mm

Carrera= 250mm

Código de pedido FESTO: 163455 DNC-80-250-PPV

Códigos Automoción Argentina

Cilindro=VCN-8-835-06-4

Válvula 4/3=AI-080-250

Cilindro de 3 posiciones y 2 electroválvulas 3/2

Se necesita una fuerza de 3000 N para el correcto funcionamiento del sistema de centrado, el mismo trabaja con una presión de 7 kg/cm2, por lo tanto

Fuerzas [N] y energía de impacto [J]					
Diámetro de émbolo		25	40	63	100
Fuerza teórica con 6 bar en avance		295	754	1 870	4 712
Fuerza teórica con 6 bar en retroceso		247	633	1 681	4 417
Energía máx. de impacto en las posiciones finales		0,3	0,7	1,3	2,5
	S6	0,15	0,35	0,65	1,25

Figura 19 – Datos cilindro de tres posiciones

Se seleccionó un cilindro de 100 mm.

Las carreras son de 125mm y 250mm

Código de pedido FESTO

Cilindro: 539698-ADNM-100-A-P-A-125Z1-250Z2

Válvulas: 9964 MFH-3-1_4 y 7876 MOFH-3-1_4

Cilindro de carrera corta

No fue posible encontrar un producto que cumpla con todas las características necesarias.

Diseño con fuelles neumáticos

Es sistema estará formado por dos fuelles colocados de manera colineal los cuales actuarán de manera simultánea comandados por un sistema de electroválvulas. Funcionarán en tres estados posibles:

- Normal: Posición central, ambos presurizados
- Derecha: Posición derecha, izquierdo presurizado y derecho liberado
- Izquierda: Posición izquierda, derecho presurizado y izquierdo liberado

Será necesario un sistema de guías para el movimiento lineal además de los soportes para los fuelles y el rodamiento correspondiente al rodillo.
La curva fuerza desplazamiento de estos fuelles es como muestra la siguiente imagen:

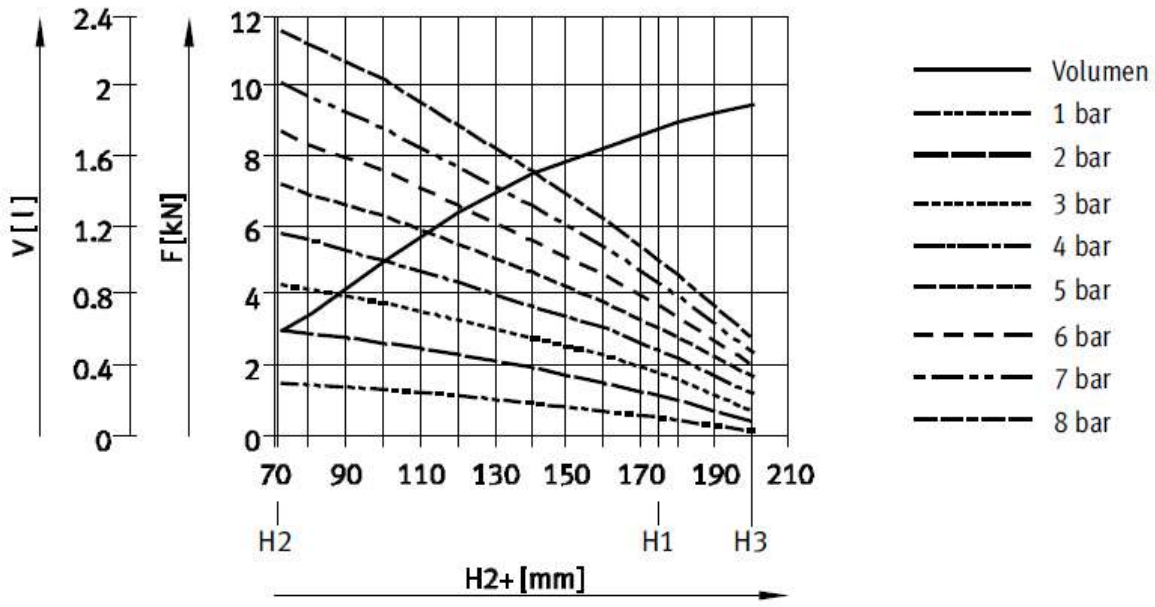


Figura 20 – Curvas características de fuelles neumáticos

Con lo cual podemos observar que la fuerza disminuye al aumentar el desplazamiento, por lo tanto al colocarlos colineales y opuestos si se presurizan ambos fuelles la posición será central (iguales desplazamientos).

Se seleccionaron los del tipo bilobular debido a la carrera necesaria. Se accionaran mediante electroválvulas 3/2 individuales tal como muestra el esquema

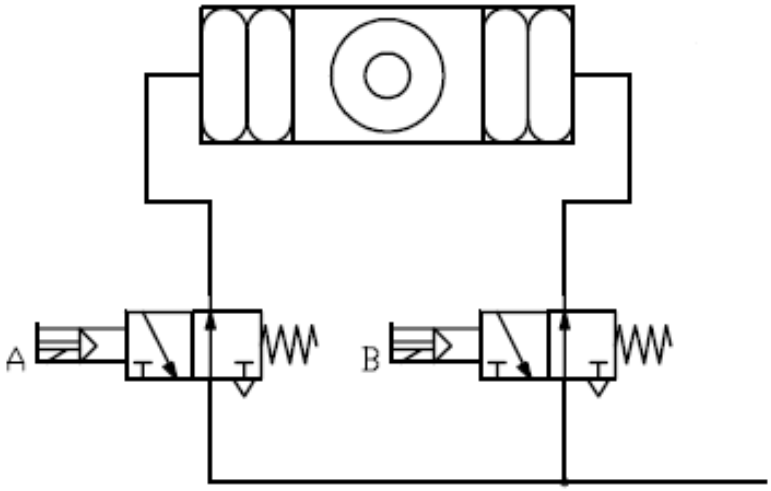


Figura 21 – Esquema conexión con fuelle neumáticos y electroválvulas 3/2

Selección fuelle lobular

1. Decidir la fuerza necesaria en N según la presión de trabajo.

Se necesita una fuerza de 3000 N para el correcto funcionamiento del sistema de centrado, el mismo trabaja con una presión de 7 kg/cm2

2. Dividir esta fuerza con la presión de trabajo en kg/cm2.

F"=3000/7=428 N

3. Seleccionar un cilindro con la carrera inmediatamente más larga que la necesaria.

Carrera necesaria=100 mm

4. Buscar en la columna de arriba el valor igual o mayor al valor que obtuvo en el paso 2.
5. Leer a la izquierda el tamaño recomendado

Tabla de fuerzas

Tipo diámetro mm pulgadas	Fuerza máxima en N para la carrera máxima a 1 bar	Carrera máxima mm	Altura mm mín	Altura mm máx	Carga en N para obtener las mínimas medidas de montaje	Fuerza (en N) a 1 bar de presión Nota: La fuerza máxima y la carrera pueden superar los valores de la tabla – consultar la columna de la izquierda												
70 2¾	70	50	65	115	140	400	250	70										
	70	65	80	145	140	370	270	150										
110 4½	200	45	45	90	120	1150	700	200										
	280	80	65	145	130	900	750	550	300									
	280	100	100	200	140	900	750	600	450	280								
150 6	350	55	50	105	140	1900	1200	500										
	400	112	78	190	170	1800	1650	1400	1100	800	450							
	400	173	102	275	190	1800	1600	1400	1200	1000	800	600	400					
200 8	850	75	50	125	120	3200	2400	1700	850									
	800	180	70	250	130	3000	2900	2600	2250	1900	1600	1200	800					
	800	225	100	325	150	3000	27500	2500	2250	2000	1750	1500	1250	1050	950			
250 10	1000	100	50	150	100	5000	4000	3300	2100	1000								
	1250	200	70	270	100	4800	4500	4250	3700	3200	2800	2400	1800	1250				
	800	300	100	400	110	4800	4600	4400	4160	3900	3600	3300	2900	2500	2100	1700	1300	800
300 12	2000	100	50	150	90	6500	5900	4900	3500	2000								
	2250	195	75	270	90	6800	6400	6000	5200	4800	4200	3150	2950	2250				
	1800	330	100	430	100	6800	6500	6200	5850	5500	5200	4800	4400	4000	3600	3000	2500	1800
370 14½	3500	115	50	165	80	9600	8800	7700	6300	4500								
	4500	225	70	295	80	10000	9500	9000	8500	7800	7250	6600	6000	5250	4500			
	3500	350	100	450	290	10200	10000	9700	9550	9250	8750	8500	8000	7500	7100	6500	6000	5500
410 16	5300	250	75	325	80	11400	11100	10600	10100	9600	9000	8400	7750	7200	6500	5300		
	4200	375	125	500	640	10500	10250	10000	9600	9250	8900	8600	8200	7700	7250	6750	6250	5750
550 21½	6000	300	90	390	70	24000	23000	22000	20080	19500	18200	17000	15300	13800	12000	10000	8000	6000
660 26	18200	310	90	400	70	30800	30500	30000	29200	28100	26900	25600	24300	23000	21800	20700	19500	18200
Carrera						**0**	**25**	**50**	**75**	**100**	**125**	**150**	**175**	**200**	**225**	**250**	**275**	**300**

Tabla 17 – Datos fuelles neumaticos

El sistema construido se puede observar en la siguiente imagen

Figura 21 – Sistema construido

Comparación de precios de los distintos sistemas

Descripción sistemas	Accionamiento	Válvulas	Otros	Total
Fuelles y electroválvulas 3/2	1370	1900	450	3720
Cilindro doble acción y válvulas 4/3	2700	1100	200	4000
Cilindros de 3 posiciones y válvulas 3/2	5200	1900	100	7200
Cilindros de carrera corta y válvulas 3/2	-	-	-	-
Cilindro con sensor central y electroválvulas	-	-	-	-

Tabla 18 – Comparativa costos

El sistema de fuelles es el menos costoso. Sin embargo y aunque el mismo requiera de una mayor mano de obra para su fabricación, los beneficios en cuanto al funcionamiento con su rápida acción, fácil regulación y bajo mantenimiento a lo que se le agrega la ventaja económica lo hacen el sistema más conveniente.

DISEÑO DE NUEVO TABLERO NEUMÁTICO

Características del tablero actual

El tablero neumático actual cuenta con un filtro de entrada de 40 µm con manómetro posteriormente una válvula colizante de presurización y descarga del circuito interno de la máquina. Luego se divide en dos sub-circuitos que trabajan a distinta presión. Uno de ellos alimenta las electroválvulas que comandan los fuelles de centrado de bandas y el otro a través de un regulador de presión alimenta los fuelles de tensado de las bandas. También cuenta con un presostato que envía una señal eléctrica al tablero de comando y control del FDDB.

El tablero se puede observar en la siguiente imagen:

Figura 22 – Tablero neumático actual

Los componentes están fijados al tablero, conectados entre sí a través de conectores rápidos y tubos de poliamida. Se pretende realizar un diseño que mejore la presentación, orden, facilidad de armado y recambio de componentes, sin perder funcionalidad y sin elevar demasiado los costos.

Nuevo tablero

En base a los productos disponibles en el mercado se decidió el remplazo de algunos componentes. En lo que respectada al tratamiento del aire de entrada, se seleccionó una unidad combinada de mantenimiento de aire armada en tándem de fábrica con el mismo rendimiento. Con ésta se logra un menor tiempo de armado, menor probabilidad de pérdidas y/o fallas de armado, mejor aprovechamiento del espacio y una mejora considerable en la estética.

En cuanto al conjunto de válvulas direccionales se decidió la colocación de las mismas sobre un distribuidor metálico con tornillos huecos. Con esto se logra disminuir el volumen ocupado, facilidad de armado, menor probabilidad de pérdidas, facilidad de remplazo individual y mejora estética.

En la siguiente imagen se puede observar un dibujo en sólido del nuevo diseño:

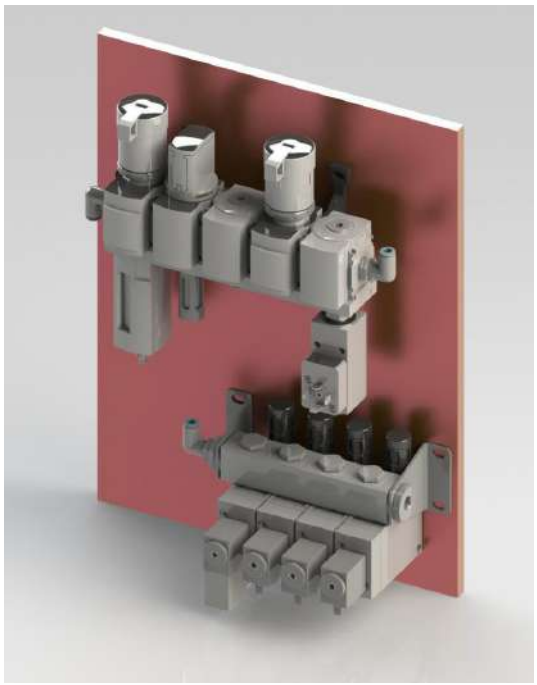


Figura 23 – Nuevo tablero neumático

En cuanto al reordenamiento y/o modificaciones, se colocó la válvula presurizadora al inicio del tándem, se colocó un regulador de presión a la entrada para asegurar que no se trabaje con presiones mayores a las de diseño. También se analizó la posibilidad de colocar el presóstato aguas abajo del regulador de presión de tensión de bandas, pero debido a las bajas presiones con las que se trabaja en ciertas puestas a punto no es lo más recomendable por las precisiones y rangos necesarios.

Se recomienda la colocación de otro presóstato para sensar que la presión de tensión de bandas no supere las permitidas, ya que de superarse se disminuiría la vida útil de los rodamientos y la banda filtrante.

Análisis de costos de los tableros

Componentes Preparación Aire						
Cantidad	**Descripción**	**AUTOMACION**		**MICRO**		**FESTO**
		$/u	**$**	**$/u**	**$**	**$**
1	Filtro Regulador con manómetro BSP ¼"	340	340	366	366	Incluido
1	Válvula presurización 3/2 BSP ¼"	197	197	333	333	Incluido
1	Presostato 0-10 kg/cm^2 BSP ¼"	200	200	1704	1704	Incluido
1	Regulador Presión 0-4 kg/cm^2	321	321	279	279	Incluido
	Conectores (racores) rápidos					Incluido
1	Recto I (1 rápido QS-6 + 1 rosca G1/4)	12	12	16	16	Incluido
1	T (1 rápido QS-6 + 1 rosca G1/4)	29	29	43	43	Incluido
1	T (3 roscas G1/4 interiores)	31	31	20	20	Incluido
0	T (3 rápidos)	29	0	26	26	Incluido
2	L (rosca)	20	40	19	38	Incluido
TOTALES [$]			**1170**		**2737**	**2471**

Tabla 19 – Comparativa costos

Se observa que el producto en el cual está la mayor diferencia es el presóstato, pero cabe destacar que éstos (los más económicos) han sido los causantes de fallas en los equipos en los últimos tiempos.

Por lo tanto aunque el valor del nuevo sistema Festo propuesto es un 30% más costoso, se recomienda su utilización por las ventajas que ofrece y que fueron enumeradas en las secciones anteriores.

Respecto del kit de electroválvulas montadas sobre un distribuidor con tornillo hueco, no hay diferencias apreciables en los costos pero si en los aspectos técnicos descriptos en las secciones anteriores, por lo que también se recomienda su aplicación.

En la siguiente tabla se enumeran los componentes necesarios para el armado del nuevo tablero neumático:

Cantidad	Descripción
1	Válvula 3/2 presurización/despresurización
1	Filtro Regulador de presión con manómetro 40 µm
1	Presóstato 0-10 kg/cm^2, con diferencial 0-2 kg/cm^2
1	Regulador presión con manómetro
4	Electro-Válvulas 3/2
4	Bobinas para electroválvulas 24 Vca
4	Junta Iluminada rectangular para bobina 24 Vca
	Conectores (racores) rápidos plásticos
8	Recto I (1 rápido QS-6 + 1 rosca G1/4)
1	T (1 rápido QS-6 + 1 rosca G1/4)
1	T (3 roscas G1/4 interiores)
2	T (3 rápidos)
3	L (rosca)
5	Silenciadores
1	Tubo Presión 10 kg/cm^2, calibrado 6mm x 1mm
1	Gabinete estanco IP65 495x395x155mm, frente transparente
4	Interruptor Giratorio (palpadores de banda)
10	Prensa cables 3/8"
4	Cilindros Fuelle bilobular 150x125 mm (centrado)
4	Cilindros Fuelle bilobular 225x223 (tensión)

Tabla 20 – Lista materiales nuevo tablero neumático

Cálculo de la cañería de alimentación de aire comprimido

Consumo de aire de la máquina

Se determinó el consumo promedio de la máquina en base a la toma de datos en funcionamiento. Se midieron las frecuencias con las que se producen trabajos de presurización y despresurización de los pulmones. Observando que en la puesta a punto de la máquina es necesario iniciar y detener el sistema en varias oportunidades y con lo que el gasto de aire en mayor que en el trabajo normal.

Descripción	Cantidad	Volumen [m^3]	Frecuencia [1/min]	Consumo unitario [m^3/min]	Consumo Total [m^3/min]	Presión [kg/cm2]	Aire libre total [Nm^3/min]
Fuelles Neumáticos Centrado	4	0,0028	1	0,00277	0,0111	7	0,0776
Fuelles Neumáticos Tensado	4	0,0074	0,1	0,00147	0,0029	4	0,0118
TOTAL							0,089

Considerando un coeficiente de 1.1 por pérdidas y un coeficiente de seguridad de 2 por posibles ampliaciones, tenemos un consumo total de 0,196 Nm^3/min para el cálculo.

Cálculo de los tiempos de marcha del compresor

En base al compresor incorporado generalmente por la empresa en la venta de las máquinas, se estudiara su rendimiento frente a los requerimientos del sistema.

Compresor a pistón modelo Schulz CSL10BR/100. Las características del mismo son:

Q_C= caudal compresor = 283 litros/min= 0,283 m^3/min y posee un tanque de 100 litros

V_D= volumen tanque = 100 litros=0,1 m^3

P_2= presión corte compresor =9 kg/cm^2

P_1= presión arranque compresor = 6 kg/cm^2

$\Delta P = P_2 - P_1$ = 3 kg/cm^2

Q_N= consumo nominal aire comprimido = 0,196 m^3/min = 196 l/m

Con los siguientes volúmenes

V_{ND}= Volumen de aire en la parada= $V_D \cdot (P2+1)$= 1 $m^3.kg/cm^2$

V_{NA}= Volumen en el arranque= $V_D \cdot (P1+1)$= 0,7 $m^3.kg/cm^2$

$V_C = V_{ND} - V_{NA} = V_D \cdot \Delta P$=0,3 $m^3.kg/cm^2$

Utilizando estos datos se calculan los tiempos del compresor

$$t_p = \text{tiempo parada} = \frac{V_C}{Q_N} = \frac{\Delta P \cdot V_D}{Q_N} = \frac{3 \cdot 100}{196} = 1{,}53 \,\text{min}$$

$$t_M = \text{tiempo marcha} = \frac{\Delta P \cdot V_D}{Q_C - Q_N} = \frac{3 \cdot 100}{283 - 196} = 3{,}45 \text{ min}$$

$t_o = \text{tiempo ciclo} = t_p + t_M = 1{,}53 + 3{,}45 = 4{,}98 \,\text{min}$ que implica 12 ciclos/h < 15 VERIFICA

La cantidad de ciclos/hora es normal, respecto de los tiempos de marcha y parada. Se observa que el tiempo de marcha es mayor, el porcentaje de utilización del compresor es del 69%.Peroseconsideró un consumo máximo del equipo, en uso normal la frecuencia de actuación de los fuelles se reduce a la mitad. Por lo que el caudal disminuye considerablemente logrando aproximadamente un factor de servicio del 50%.

Cálculo del condensado del compresor

Se realizará el cálculo aproximado del caudal condensado en un funcionamiento normal de la máquina, para utilizarlo en las recomendaciones de mantenimiento de la máquina y sus periféricos.

Estimando una temperatura ambiente de 20º y una humedad relativa constante e igual a 80%.

$$C = 7{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot G \cdot \varphi \cdot (\chi_{si} - \chi_{sf})$$

$G =$ caudal nominal aspirado por el compresor en $\frac{Nm^3}{\text{min}}$

$\varphi = \text{porcentaje de servicio del compresor}$

$\chi_{si} = \text{humedad abuluta del aire aspirado} \left(\frac{g}{kg} \text{aire seco}\right)$

$\chi_{sf} = \text{humedad abuluta del aire comprimido} \left(\frac{g}{kg} \text{aire seco}\right)$

Se obtienen los valores de humedad del siguiente gráfico:

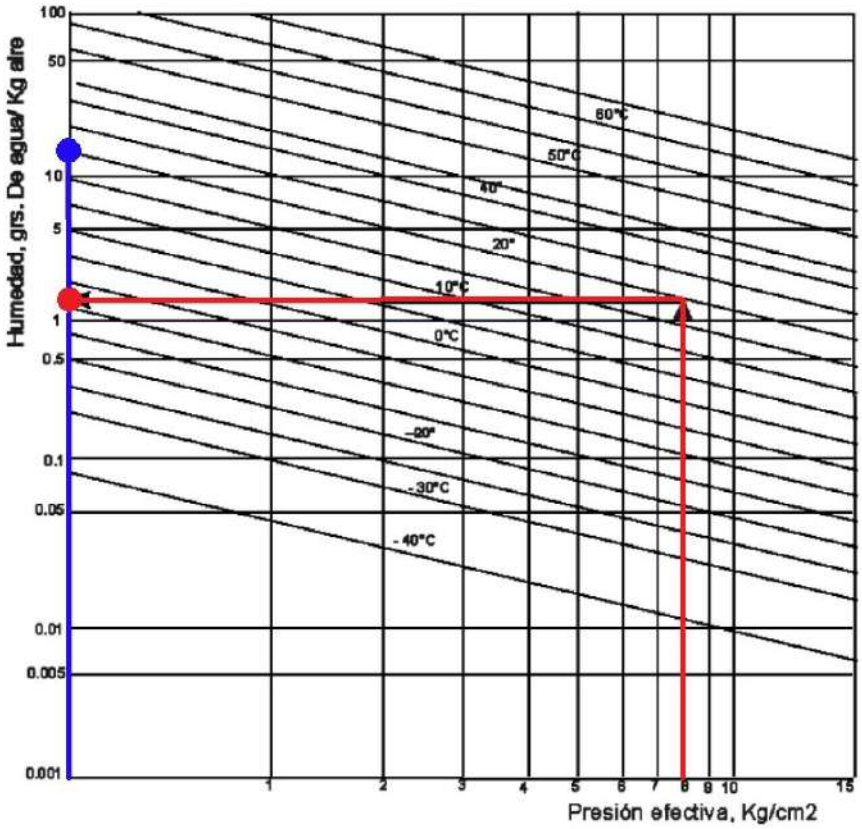


Figura 24 – Curvas humedad relativa vs presión efectiva

Para presión atmosférica y 20º= 15 g/kg (punto azul), de donde se calcula el 80% del valor: 12 g/kg

Para una presión de 8 kg/cm^2 y 20º= 1.5 g/kg (punto rojo)

$$C = 7{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}283 \cdot 69 \cdot (12 - 1{,}5)$$

$$C = 0{,}15 \frac{litros}{hora} = 3{,}6 \frac{litros}{día}$$

Alimentación general desde compresor de aire

La misma se realizará con una tubería metálica de ½" desde una distancia de 50 m con 6 curvas rectas y terminando en un conector rápido en el cual se conectará a la entrada del tablero neumático del FDDB.

La pérdida de carga se origina de dos maneras: en los tramos rectos, producida por el rozamiento del aire sobre las paredes del tubo, la cual se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \frac{\beta \cdot v^2}{R \cdot T} \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{p}$$

$P =$ caída de presión (bar)

p=presón de trabajo

R=constante del gas = 29,27 para aire

T=temperatura absoluta (t+273)

D=diametro interior de la tubería (mm)

L=lognitud de la tubería (mm)

v=velocidad del aire (m/seg)

β= indice de resistencia, depende de la rugosidad del tubo y el caudal circulante

O a través del siguiente gráfico:

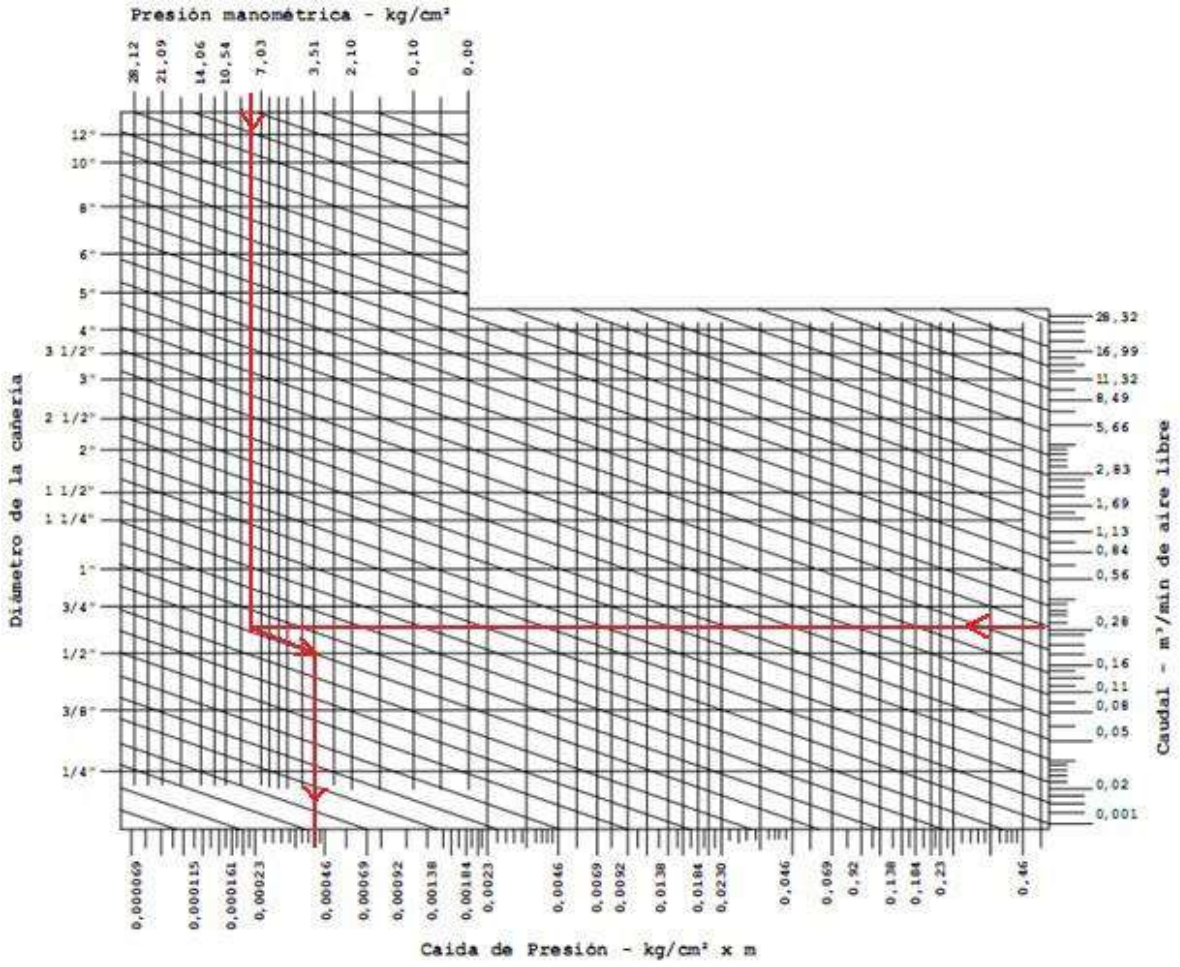


Figura 25 – Curvas perdida de carga

Y en los accesorios mediante la obtención de la longitud equivalente.

Cañería

Caño acero ½", presión 8 kg/cm2, caudal: 0,2 Nm^3/min, longitud 50 m

Accesorios

Curvas 90º cantidad: 8

Se obtiene la longitud equivalente de la siguiente tabla.

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN ACCESORIOS DE TUBERIAS. VALORES EQUIVALENTES EN METROS DE CAÑERIA RECTA

Elemento intercalado en tuberías	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	11/4"	11/2"	2"
Válvula esclusa (completam. abierta)	0,09	0,09	0,1	0,13	0,17	0,22	0,26	0,33
"T" (paso recto)	0 15	0,15	0,21	0,33	0,45	0,54	0,67	0,91
"T".(paso a derivación)	0,76	0,76	1	1,28	1,61	2,13	2,46	3,16
Curva 90°	0,42	0,42	0,52	0,64	0,79	1,06	1,24	1,58
Curva 45°	0,15	0,15	0,23	0,23	0,37	0,48	0,57	0,73
Válvula globo (completamento abierta)	4,26	4,26	5,66	7,04	8,98	11,76	13,77	17,67
Válvula angular (completam. abierta)	2,43	2,43	2,83	3,50	4,48	5,88	6,88	8,83

Longitud equivalente 0,52 m x 8 = 4,16 m

Por lo tanto la longitud de cálculo de la perdida de carga es: 50 + 4,16 = 54,2 m, con la cual y obteniendo del grafico el factor de perdida de presión por metro, tenemos:

$$\Delta P = 0,0004 \cdot 54,2 = 0,22 \frac{kg}{cm^2}$$

Las caídas de presión son muy bajas y no producen problemas al sistema.

Colocación de purgador de condensado en final de cañería primaria

Se recomienda la colocación de un purgador automático de condensado en el tanque pulmón de compresor, con esto se reducen las tareas de mantenimiento.

HIDRÁULICA

El consumo de agua de los equipos depende del ancho de banda de los mismos, en este caso analizaremos el modelo Zumo 1100, para el análisis se utilizará una bomba centrifuga marca Tromba, modelo RTB-2004 32/250 con un motor de 12,5 hp y 2900 rpm. La misma alimentará 14 picos de lavado los cuales tienen un consumo de 500 l/h a una presión de 7 kg/cm^2. En la figura 26 se muestran un esquema de circuito hidráulico del equipo.

Estos picos tienen un mecanismo por el cual se auto limpian, para eso es necesario reducir la presión de alimentación a menos de 1 kg/cm^2 y a la vez mantener el caudal de agua en la cañería para limpiarla de partículas. Esto se logra abriendo una válvula al final del cada rack de picos (ver figura 26 puntos 2 y 3) con lo cual el flujo de agua se libera y la presión se reduce.

En este sentido se analizó la colocación de una electroválvula conectada al tablero eléctrico la que se activará con una frecuencia determinada para lavar los picos. Se calculó el tamaño de la misma para que la presión en la cañería se reduzca lo suficientemente para que se desactiven los picos.

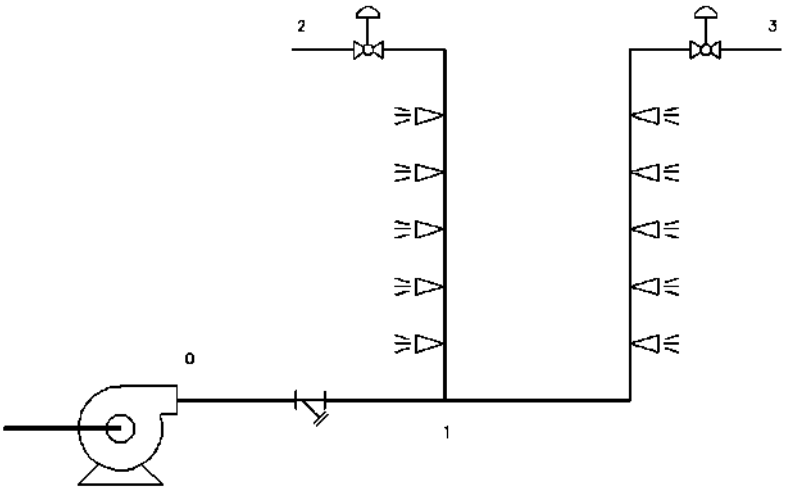


Figura 26 – Esquema del circuito de lavado de bandas

En las siguientes figuras se determinaran los puntos de trabajo de la bomba utilizada:

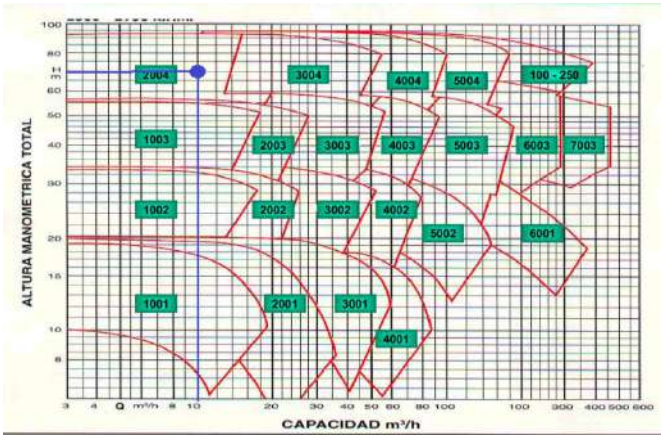


Figura 27 – Curvas características bombas agua tromba utilizada

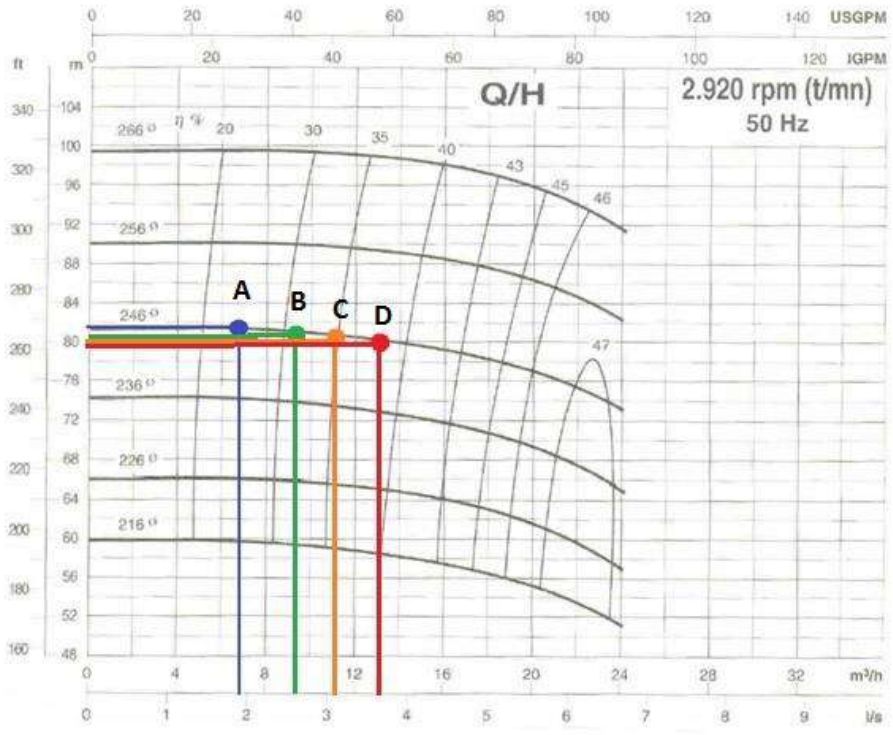


Figura 28 – Curvas H-Q de la bomba

De acuerdo al esquema de la figura 29 y considerando que la pérdida de carga en las cañerías es despreciable, la bomba operara alrededor del punto 7 m^3/h y 8 kg/cm^2 para la alimentación de los 14 picos de lavado correspondientes al modelo de 1100 mm de ancho de banda.

También se trazaron los puntos de trabajo para los equipos de mayor ancho de banda B-1400, C-1700 y D-2100, podemos observar que se podría utilizar hasta el modelo con casi el doble de consumo perfectamente.

Pero se destaca el bajo rendimiento de la misma, sobre todo para el punto A = 25%, llegando hasta un 38% para los equipos con mayor consumo.

De igual manera en el momento que el equipo realiza el lavado de picos (15 segundos cada 15 minutos) el punto de trabajo está muy lejos del punto nominal de operación.

En base al análisis realizado se le propuso a la empresa el cambiar el modelo de bomba u analizar la posibilidad de la colocación de un conjunto de bombas en serie o paralelo que pudiera trabajar de una manera más eficiente.

No obstante debido a la confiabilidad que a brindado este equipo a los largo de los años, operando generalmente con aguas con gran contenido de partículas y las ventajas económicas que le ofrece el fabricante, la empresa decide continuar utilizando este modelo por lo que no se analizan otras variantes posibles.

Circuito hidráulico

Selección de diámetro

Tramo 0-1

$$Q = 1,94\ l/s = 7\ \frac{m^3}{h}$$

Se selecciona una velocidad de agua dentro de la cañería de aproximadamente $v = 2,5\ m/s$ con la cual se obtienen los siguientes valores:

$$\text{Sección} = \frac{\text{Q}}{\text{v}} = \frac{1944\ \frac{cm^3}{s}}{250\ \frac{cm}{s}} = 7,77\ \text{cm}^2$$

$$\text{Diámetro} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7,77 cm^2}{\pi}} = 3,14\ \text{cm} = 1,2\ \text{plg}$$

Se adopta un caño IRAM 2502 de 1 ¼ '' Sch 40, cuyo diámetro interno es de 36,6 mm.

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Q}}{\text{A}} = \frac{1944\ \frac{cm^3}{s}}{10,52\ cm^2} = 185\ \frac{\text{cm}}{s}$$

Una velocidad levemente baja, pero debido a las cortas longitudes de la cañería no es influyente en el costo del equipo. A su vez será bueno para el momento en que se abra la válvula de limpieza de picos, ya que el caudal subirá de manera significativa.

En la siguiente tabla se muestran las longitudes y caracteristicas de las cañerias y accesorios colocados en los distintos tramos de la cañeria, ver figura 26

Tramo	Longitud [m]	Diámetro [plg]	Sch	Material	Denominación
0_1	2	1 ¼"	40	Acero al Carbono	IRAM 2502
1_2	3	1 ¼"	40	Acero al Carbono	IRAM 2502
1_3	6	1 ¼"	40	Acero al Carbono	IRAM 2502

Tabla 21.1 – Datos cañería

Accesorios

Tramo	Accesorios	D [plg]	Cantidad	Observaciones
0_1	Codo 90	1 ¼"	2	Roscada
	Filtro Y	1 ¼"	1	Roscado
1_2	Válvula esférica de cierre rápido	1 ¼"	1	Roscada
	Codo 90	1 ¼"	1	Roscada
	T derivación	1 ¼"	1	Roscada
1_3	Válvula esférica de cierre rápido	1 ¼"	2	Roscada
	Codo 90	1 ¼"	2	Roscada

Tabla 22.2 – Datos accesorios

Cálculo de la pérdida de carga en la cañería

Se estima una rugosidad absoluta de la cañería de k=0,4 mm

$$\frac{d}{k} = \frac{36,6\ mm}{0,4} = 91,5$$

$$\mathrm{Re} = \frac{vd\delta}{\mu} = \frac{1,85\frac{m}{s}\cdot 0,037\ m\cdot 997\frac{kg}{m^3}}{902\cdot 10^{-6}\frac{kg}{ms}} = 7,6\cdot 10^4$$

Siendo

$v =$ velocidad

$d =$ diámetro interno caño

$\delta =$ densidad del fluido

$\mu =$ viscosidad dinámica

Y entrando con estos valores en el gráfico de Moody

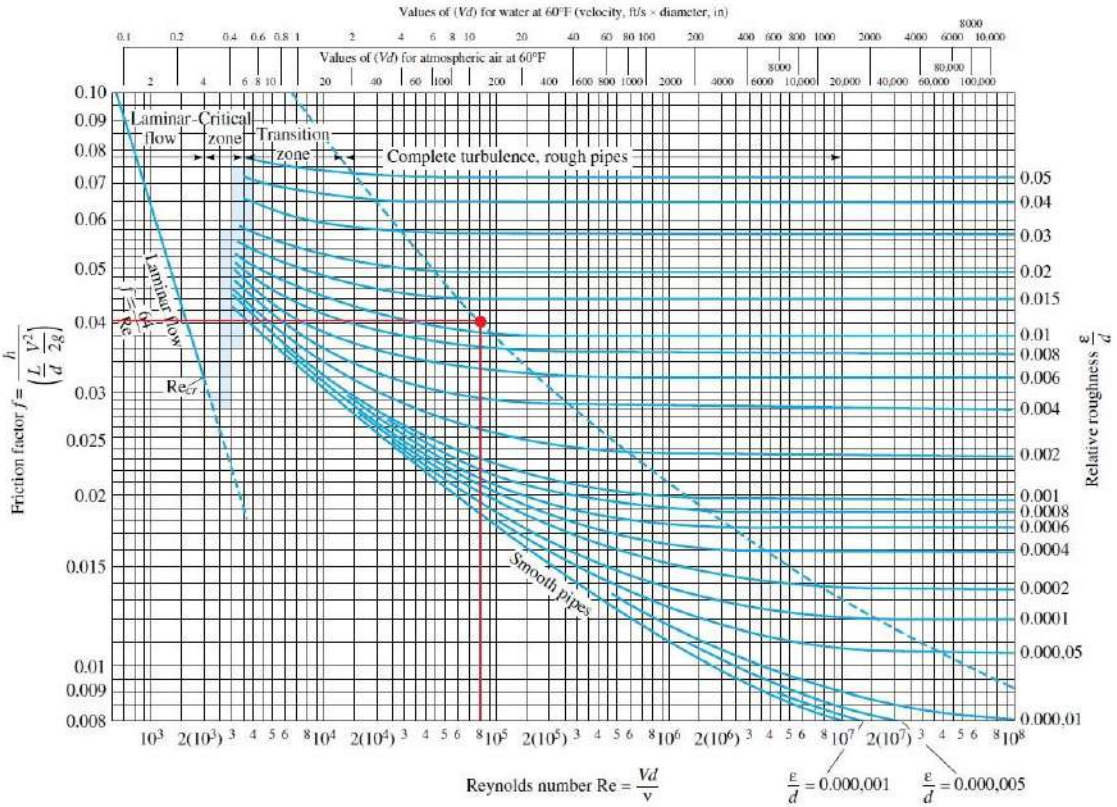


Figura 29 – Grafico de Moody

Se obtiene un coeficiente $f = 0,04$

Las pérdidas de carga en los accesorios:

Accesorios	L_{eq} [m]
Curva 90	4,6
Filtro Y	0,7
Total	5,3

Tabla 23 - Longitudes equivalentes en los accesorios

Longitud de cálculo del tramo: $l + l_{eq} = l_{calculo} = 2 + 5,3 = 7,7$

Pérdida de carga en el tramo: $h = \frac{f v^2 l}{2 g D_i} = \frac{0,04 \cdot 1,85^2 \cdot 7,3}{2 \cdot 9,8 \cdot 0,037} = 1,38\,m$ despreciable (2%)

Tramo 1-2 y Tramo 1-3

La pérdida de carga es despreciable debido a las reducidas longitudes de los tramos de cañería.

Cálculo de electroválvula de limpieza de picos de lavado

El caudal máximo de la bomba se puede obtener por interpolación de la curva de funcionamiento de la misma.

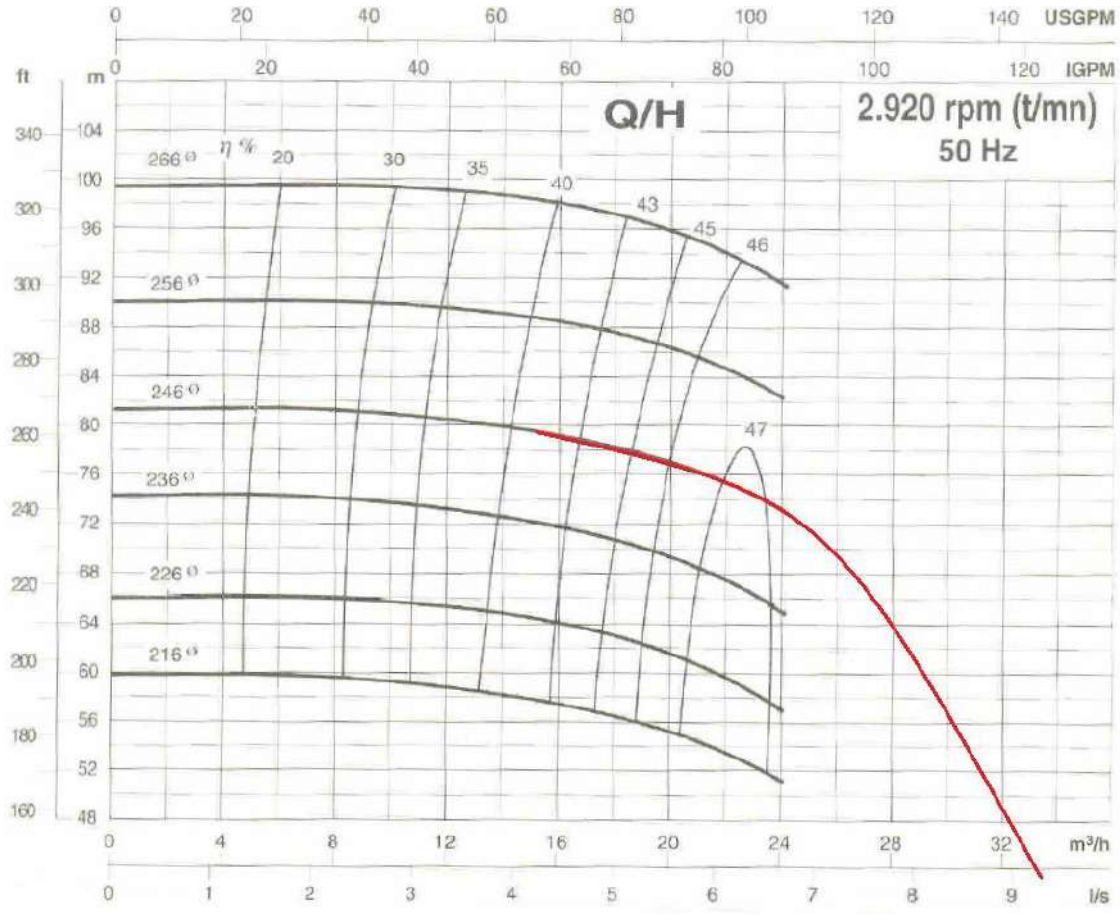


Figura 10 – Curva H-Q de la bomba

También se puede obtener a partir de la siguiente ecuación

$$Q_B = \frac{75 \cdot N_{cv} \cdot \eta}{h \cdot \delta}$$

donde

$N =$ potencia de la bomba [cv]

$Q =$ caudal volumetrico [m^3/s]

$h =$ altura manometrica [m]

$\delta =$ Densidad del fluido [kg/m^3]

$75 =$ contante de conversion de unidades

$\eta =$ rendimiento de la bomba y motor

Por consiguiente el caudal será de

$$Q_B = \frac{75 \cdot 12{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}75}{15 \cdot 990} = 0{,}00947\ m^3/s = 34\ m^3/h$$

Un valor similar al obtenido de la interpolación del gráfico.

Para la cañería de 1 ¼", la velocidad es de $v = \frac{Q}{A} = \frac{9444\ \frac{cm^3}{s}}{9{,}66\ cm^2} = 9{,}78\ m/s$ la cual es elevada y podría provocar un golpe de ariete.

Se selecciona una electroválvula del catálogo, en base al diámetro de las conexiones, a las presiones admisibles y a los usos y fluidos admisibles. El modelo seleccionado es a prueba de ariete hidráulico (el cual debería ser verificado en caso de utilización).

Uso General

Nº de Serie	Página	ø de Conexión en pulgadas									Máximas Temp. °C			Δp bar		Δp psi		Fluidos o Aplicaciones típicas						
		1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	80	150	180	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Aire y Gases Inertes	Agua y Líq. Livianos	Aceites Térmicos	Vapor	Oxígeno	Gasolina	Vacio
1314	B-2					○	○	○	○			○	○	○	0	15	0	225	A	A	T	T	N	V	A-V
1327	B-4		○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	0	100	0	1500	A	A	T	T	N	V	A-V
1335	B-6			○	○	○	○					○	○		0	10	0	150	A	A	V	E	N	V	A-V
1342	B-8					○	○	○	○	○	○	○	○	○	0.2	17	3	255	A	A	T	T	N	V	-
1390	B-10			○	○	○						○	○	○	0.1	15	1.5	225	A	A	T	T	N	V	-
1393	B-12			○	○	○								○	0	4	0	60	T	T	T	T	-	-	-
2026	B-14	○	○									○	○		0	50	0	750	A	A	-	E	N	V	A-V
2036	B-16			○	○	○	○					○			0.2	15	3	225	A	A	-	-	-	-	-
2036V	B-16			○	○	○	○							○	0.3	10	4.5	150	-	-	-	T	-	-	-

Nota: 1327, 1335, 1342, 1390 NC y NA.

Tabla 24 – Datos para selección de electroválvula

Se calculará la caída de presión en la misma a fin de asegurar la apertura (limpieza) de los picos de lavado de bandas.

Para el cálculo se utilizarán las ecuaciones y datos brindados por el fabricante.

Aplicaciones:
- Bombas, equipos de lavado.
- Irrigación. Compresores. Controles de polución.
- Calefacción con vapor de media y alta presión.
- Autoclaves. Lavaderos industriales.
- Nebulización, irrigación.
- Secadores de aire. Tratamiento de aguas.

Especificaciones técnicas - Cuerpo de bronce

Ø conex. ins.	Ø orificio		Factor de flujo		Peso		Max. temp. y Nº de catálogo de acuerdo al material del asiento				
	mm	ins.	Kv	Cv	kg	Lb	Buna "N"	Neoprene	EPDM	FKM	PTFE
							80 °C / 176 °F	80 °C / 176 °F	145 °C / 293 °F	150 °C / 302 °F	180 °C / 356 °F
Normalmente cerrada											
3/4"	20	0,79	5	5,9	1,2	2,6	1342BA06	1342BN06	1342BE06	1342BV06	1342BT06
1"	26	1,02	11	13	1,7	3,8	1342BA08	1342BN08	1342BE08	1342BV08	1342BT08
1,1/2"	38	1,50	25	29	3,1	6,8	1342BA12	1342BN12	1342BE12	1342BV12	1342BT12
2"	50	1,97	40	47	4,1	9,0	1342BA16	1342BN16	1342BE16	1342BV16	1342BT16
2,1/2"	76	3,00	66	77	19	42	1342BA20	1342BN20	1342BE20	1342BV20	1342BT20
3	76	3,00	85	99	18	40	1342BA24	1342BN24	1342BE24	1342BV24	1342BT24

Tabla 25 – Datos de la electroválvula seleccionada

Se comenzará el cálculo con los datos de la válvula de 1", si no fuera suficiente se continuará con las de mayor diámetro.

La misma es a prueba de ariete hidráulico, conveniente debido a las elevadas velocidades del fluido en la cañería.

Fórmulas para el cálculo de caudales.
Unidades Inglesas.

Fluidos	Cálculo de caudal: Q_v = líquidos; Q_n = gases; Q_m = vapores	Cálculo del factor de flujo Cv (Gal./m)	Caída de presión (psi)
Líquidos	$Q_v = Kv\sqrt{\frac{\Delta p}{\gamma}}$	$Cv = Q_v\sqrt{\frac{\gamma}{\Delta p}}$	$\Delta p = \gamma\left[\frac{Q_v}{Kv}\right]^2$

Símbolos	Unidades	Magnitudes
Cv	GPM	Factor de flujo de la válvula totalmente abierta.
Q_v	GPM	Caudal volumétrico de líquidos.
Q_n	SCFH	Caudal volumétrico de Gases bajo las condiciones normales de presión y temperatura (presión atmosférica= 760 mm Hg.y temperatura a 68°F).
Q_m	lb/h	Caudal másico de vapores saturados secos.
γ	—	Gravedad específica del líquido a temperatura de trabajo.
δ_n	—	Gravedad específica del gas bajo condiciones normales de presión y temperatura.
t_1	°F	Temperatura del fluido antes de la válvula.
T_1	°R	Temperatura absoluta del fluido antes de la válvula. (460 + t_1).
V_2	ft^3/lb	Volumen específico del vapor a la salida de la válvula en las condiciones de temperatura t_1.
V_1	ft^3/lb	Volumen específico del vapor a $P_1 \div 2$ y en las condiciones de temperatura t_1.
P_1	psia	Presión absoluta a la entrada de la válvula (presión atmosférica + presión manométrica).
Δp	psi	Caída de presión a través de la válvula.
P_2	psia	Presión absoluta a la salida de la válvula ($P_2 = P_1 - \Delta p$).
C	—	Constante.

Tabla 26 – Formulas de cálculo caudales brindadas por el fabricante de las electroválvulas

$$\Delta P = \delta \cdot \left[\frac{Q_v}{kv}\right]^2 = 0{,}99 \cdot \left[\frac{149{,}7}{2 \cdot 11}\right]^2 = 46{,}3\ psi = 3{,}2\ bar$$

No es suficiente para la apertura de los picos de lavado, por lo tanto se calculó para un diámetro de 1 ½".

$$\Delta P = \delta \cdot \left[\frac{Q_v}{kv}\right]^2 = 0{,}99 \cdot \left[\frac{149{,}7}{2 \cdot 25}\right]^2 = 8{,}96\ psi = 0{,}61\ bar$$

Esto provocará la apertura de los picos de lavado, con lo cual bajará aún más la presión y la apertura de los mismos será total. Este cálculo es aproximado debido a que no se tienen datos que describan el caudal circulante en función de la diferencia de presión para los picos de lavado.

La salida de agua no se desperdiciará por el desagüe sino que se aprovechará para hacer un lavado de bandejas, con el solo agregado de unos metros de cañería y accesorios. Esto reducirá el trabajo de mantenimiento del operador, aumentará la vida útil de las bandejas reduciendo la acumulación de lodos altamente corrosivos y sumará a la automatización de la máquina en general.

Bibliografía

Para la elaboración de este informe se consultaron manuales de fabricantes, libros especializados, materiales de la empresa, materiales entregados por las cátedras y sitios de internet especializados en general. Algunos de los más importantes se nombran en la siguiente lista:

- Manual de productos de Siemens
- Manual de productos de Schneider
- Manual de productos de Phoenix Contact
- Manual de productos de Genrod
- Manual de productos de Festo
- Manual de productos de Tromba
- Manual de productos de Jefferson
- Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina. (Marzo 2006).
- Materiales de la asignatura de Instalaciones Eléctricas
- Materiales de la asignatura de Instalaciones Industriales

ANEXOS

ÍNDICE

Planos

Eléctricos 91

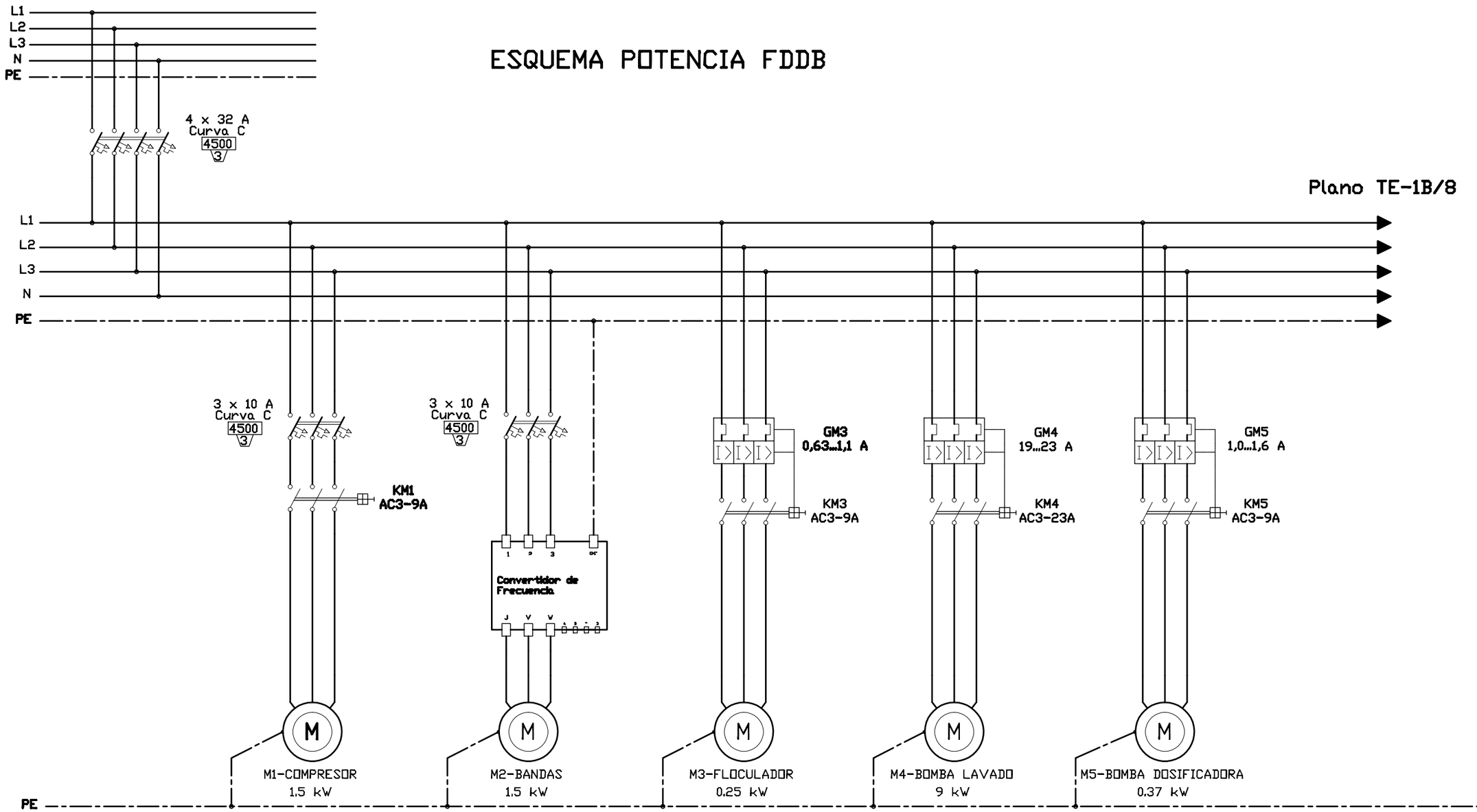
Electro-neumáticos 102

Hidráulicos 103

Esquemas distribución circuitos en el FDDB 104

Manual de operación y mantenimiento 109

ESQUEMA POTENCIA FDDB



Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA

Calle 308 N° 31

(6360) General Pico – La Pampa

Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Potencia

Plano n°: TE_1A/10

MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

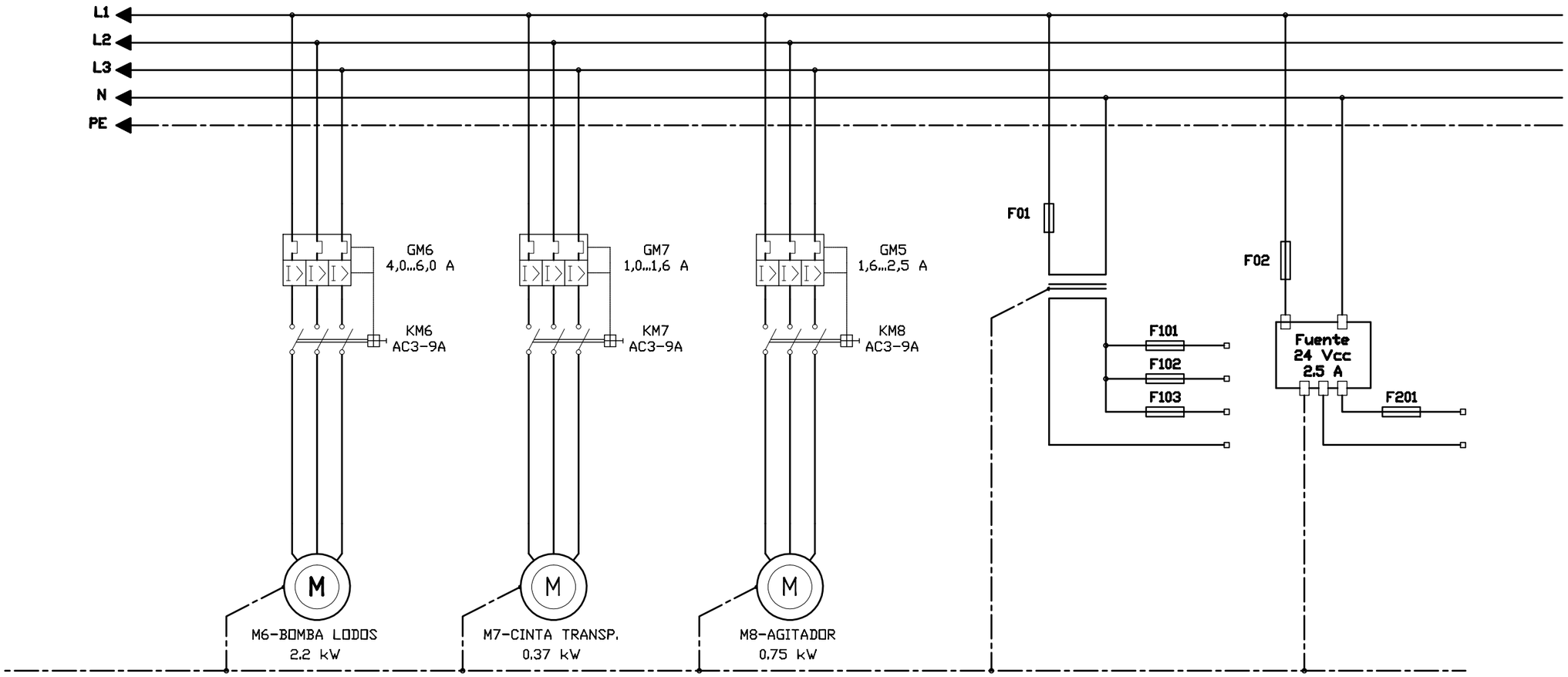
ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

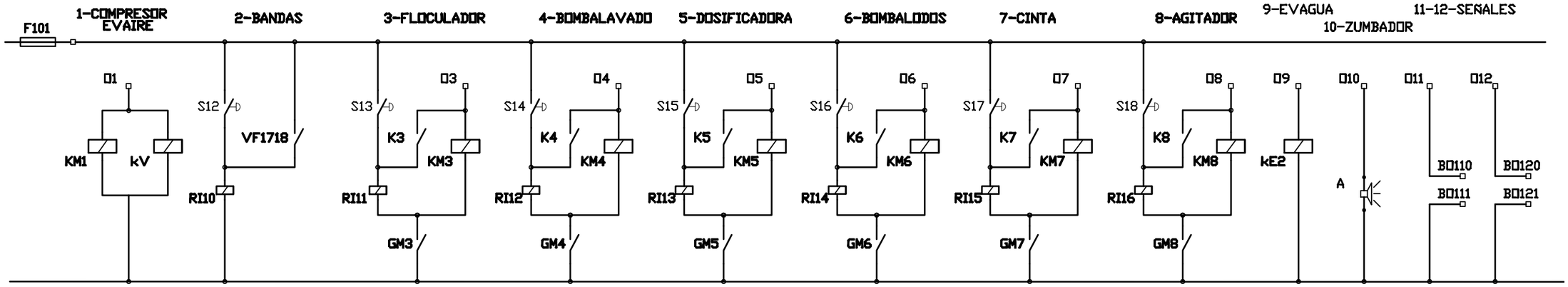
ESQUEMA POTENCIA FDDB

Plano TE-1B/8



	Dibujó: Pablo M. Farias		
	Fecha: 15/09/2014		
LINEA INGENIERIA Calle 308 N° 31 (6360) General Pico – La Pampa Telefax(02302) 433674/431974			Pos.Arch.CAD
DENOMINACION: Circuito Potencia		Plano n°: TE_1B/10	
MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB		ESC: N/E Hoja: A3	Pag.:
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.		DIS. n°:	

COMANDO ACTUADORES



REFERENCIAS de Comandos y Sensores			
A	Seleccionado Modo Automático		Selector giratorio
M	Seleccionado Modo Manual		
S1X	Pulsador de arranque motor X		Pulsadores
S0X	Pulsador de parada motor X		
CL	Pulsador inicio Ciclo de Lavada		Golpe de puño
GPt	Golpe de Puño Tablero		
GPct	Golpe de Puño Cinta Trasportadora		Interruptor con llave
GPd	Golpe de Puño Deshidratadora derecho		
GPi	Golpe de Puño Deshidratadora Izquierdo		Presostato de baja
SBd	Interruptor Centrado de Bandas derecho		
SBi	Interruptor Centrado de Bandas Izquierdo		Flujostato
FS	Interruptor Flujostato bomba lavado		
□SB	Interruptor □mitir sensor de banda		**Fin de carrera**
DAS	Deshabilitar alarma sonra		

Referencias de Actuadores			
X	Motor X		**Contactor**
IX/□X	Entradas/Salidas Relé Lógico Programable (L□G□)		
VFX	Borne X de variador de frecuencia SEW MCLTP		**Relé**
RIX	Relés de Interfaz PLC		
KMX	Contactores		**Zumbador**
GMX	Guarda Motor		
PE	Luz señalizacion Parada de Emergencia		**Guardamotor**
BPAir	Luz señalización Baja Presión de Aire		
BPAg	Luz señalizacion Baja Presión de Agua		Luz señalización
FS	Flujostato activado (falta de lodo)		

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA

Calle 308 N° 31

(6360) General Pico – La Pampa

Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Comando

Plano n°: TE_2/10

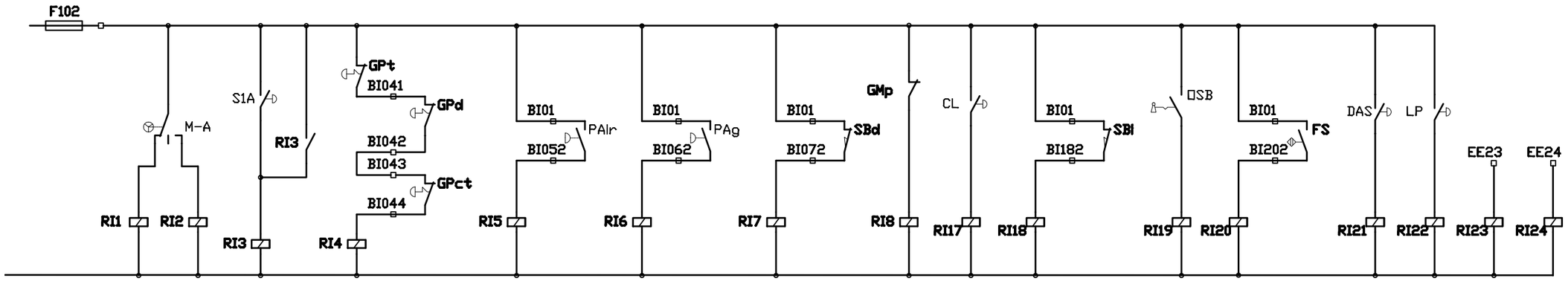
MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

COMANDO RELES



REFERENCIAS de Comandos y Sensores			
A	Seleccionado Modo Automático		Selector giratorio
M	Seleccionado Modo Manual		
S1X	Pulsador de arranque motor X		Pulsadores
S0X	Pulsador de parada motor X		
CL	Pulsador Inicio Ciclo de Lavada		Golpe de puño
GPt	Golpe de Puño Tablero		
GPct	Golpe de Puño Cinta Trasportadora		Interruptor con llave
GPd	Golpe de Puño Deshidratadora derecho		
GPi	Golpe de Puño Deshidratadora Izquierdo		Presostato de baja
SBd	Interruptor Centrado de Bandas derecho		
SBI	Interruptor Centrado de Bandas Izquierdo		Flujostato
FS	Interruptor Flujostato bomba lavado		
DSB	Interruptor Omitir sensor de banda		**Fin de carrera**
DAS	Deshabilitar alarma sonra		

Referencias de Actuadores			
X	Motor X		**Contactor**
IX/QX	Entradas/Salidas Relé Lógico Programable (LOGO)		
VFX	Borne X de variador de frecuencia SEW MCLTP		**Relé**
RIX	Relés de Interfaz PLC		
KMX	Contactores		**Zumbador**
GMX	Guarda Motor		
PE	Luz señalizacion Parada de Emergencia		**Guardamotor**
BPAir	Luz señalización Baja Presión de Aire		
BPAg	Luz señalizacion Baja Presión de Agua		Luz señalización
FS	Flujostato activado (falta de lodo)		

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA

Calle 308 N° 31

(6360) General Pico — La Pampa

Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Comando

Plano n°: TE_3/10

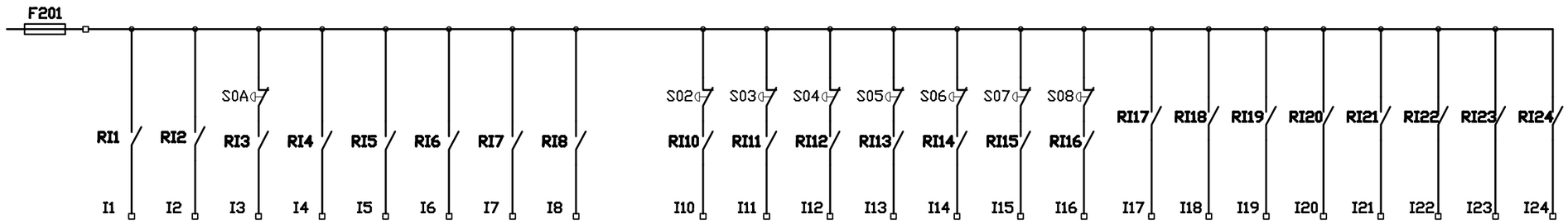
MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

ENTRADAS RELE INTELIGENTE



ENTRADAS PLC - SENSORES PRIMARIOS		ENTRADAS PLC - COMANDO MOTORES		ENTRADAS PLC - SENSORES SECUNDARIOS	
ENTRADA	DESCRIPCIÓN	ENTRADA	DESCRIPCIÓN	ENTRADA	DESCRIPCIÓN
01	Modo de Operacion - Manual	09	Libre	17	Inicio Ciclo de Lavado
02	Modo de Operacion - Automatico	10	Motor Bandas	18	Sensor de Bandas Izquierdo
03	Inicio Ciclo Automatico	11	Floculador	19	Omitir Sensor de Bandas
04	Parada de Emergencia	12	Bomba Agua Lavado	20	Flujostato Lodo
05	Presostato Aire	13	Bomba Dosificadora	21	Deshabilitar Alarma Sonora
06	Presostato de Agua	14	Bomba Lodos	22	Limpieza de Picos Lavado
07	Sensor Bandas Derecho	15	Cinta Transportadora	23	Entrada Externa - Comando
08	Falla ELectrica	16	Agitador Polielectrolito	24	Entrada Externa - Inicio/Parada

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Entradas Rele Inteligente

Plano n°: TE_4/10

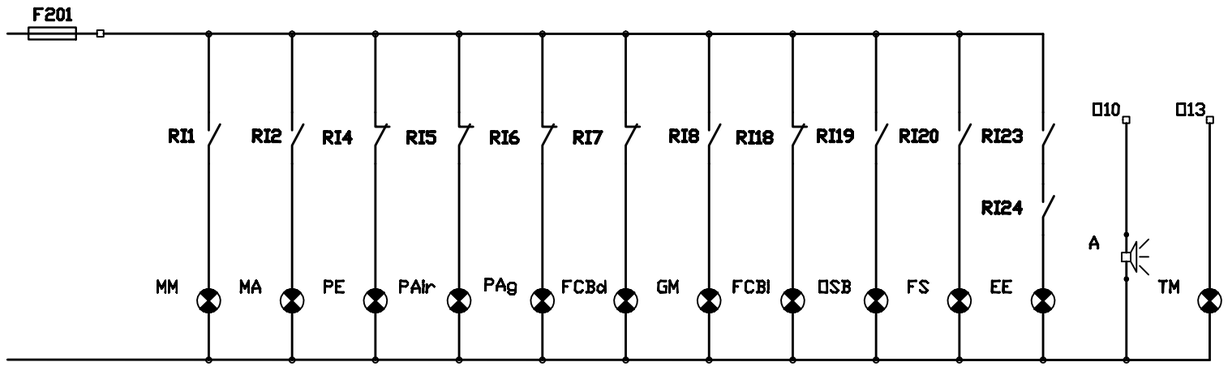
MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

SEÑALIZACIóN



REFERENCIAS de Comandos y Sensores			
A	Seleccionado Modo Automático		Selector giratorio
M	Seleccionado Modo Manual		
S1X	Pulsador de arranque motor X		Pulsadores
S0X	Pulsador de parada motor X		
CL	Pulsador inicio Ciclo de Lavada		Golpe de puño
GPt	Golpe de Puño Tablero		
GPct	Golpe de Puño Cinta Trasportadora		Interruptor con llave
GPd	Golpe de Puño Deshidratadora derecho		
GPI	Golpe de Puño Deshidratadora izquierdo		Presostato de baja
SBd	Interruptor Centrado de Bandas derecho		
SBI	Interruptor Centrado de Bandas izquierdo		Flujostato
FS	Interruptor Flujostato bomba lavado		
□SB	Interruptor □mitir sensor de banda		**Fin de carrera**
DAS	Deshabilitar alarma sonra		

Referencias de Actuadores			
X	Motor X		**Contactor**
IX/□X	Entradas/Salidas Relé Lógico Programable (LO□O□)		
VFX	Borne X de variador de frecuencia SEW MCLTP		**Relé**
RIX	Relés de Interfaz PLC		
KMX	Contactores		**Zumbador**
GMX	Guarda Motor		
PE	Luz señalizacion Parada de Emergencia		**Guardamotor**
BPAir	Luz señalización Baja Presión de Aire		
BPAg	Luz señalizacion Baja Presión de Agua		Luz señalización
FS	Flujostato activado (falta de lodo)		

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Señalización

Plano n°: TE_5/10

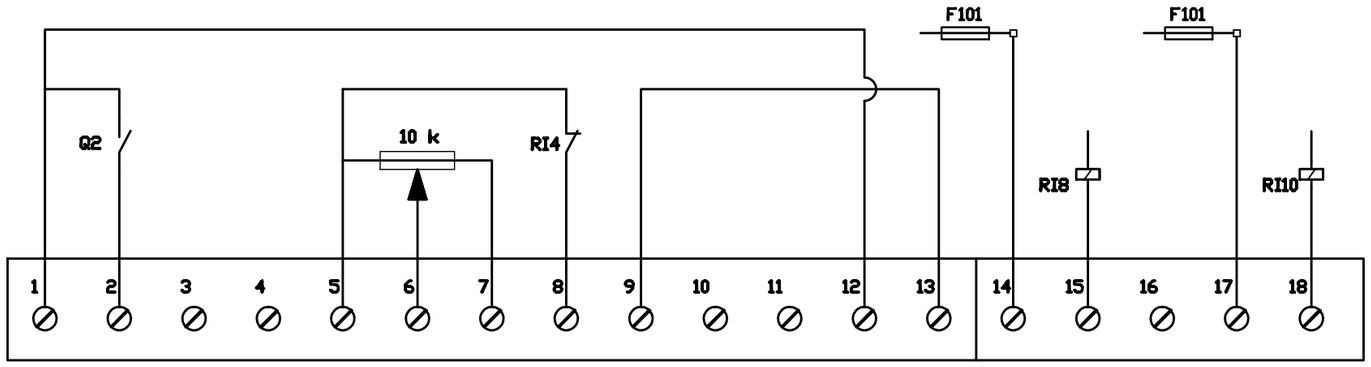
MAQUINA TIPO: TABLERO ELéCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

ESQUEMA CONEXIÓN VARIADOR FRECUENCIA



VF1= +24 V
VF2= DI1 (Ableto=Parar, Cerrado= Inicio)
VF3= DI2/DI2 = (Abierto= Entrada Analogica)
VF4= DI3/AI2 = Abierto= Desconexion)
VF5= +10 V
VF6= AI/DI
VF7= 0 V
VF8= AO/DO
VF9= 0 V
VF10= AI2 (Entrada fallo externo)
VF12= Habilitacion Etapa Final Potencia
VF13= Habilitacion Etapa Final Potencia
VF14= Rele Falla Drive Punto Medio
VF15= Rele Falla NA
VF16= Rele Falla NC
VF17= Rele Salida de Referencia
VF18= Rele Salida Marcha ON (NA)

CONFIGURACION PARAMETROS BASICOS: DRIVE SEW LTP			
PARAMETRO	VALOR	UNIDADES	DESCRIPCIÓN
P1-01	60	Hz	Unite de velocidad superior
P1-02	35	Hz	Limite de velocidad inferior
P1-03	10	s	Rampa aceleracion
P1-04	10	s	Rampa 1 Desaceleracion
P1-05	0		Modo de parada: Utilizando una rampa
P1-06	1		Optinización de energia (Reduce tension a baja carga): si
P1-07	40	V	Tension Motor
P1-08	5,80	A	Corriente Maxima
P1-09	50	Hz	Frecuencia Nominal
P1-10	0		Velocidad Nominal: Se indica en Hz
P1-11	50	Hz	Velocidad Preajustada 1
P1-12	0		Control de accionamiento: Mediante Bornas
P1-13	-		Lista Fallos: Almacena ultimos 4
P1-14	0		Clave Menu Avanzado: sin clave
CONFIGURACION PARAMETROS AVANZADOS			
P2-01	11		Seleccion de entradas binarias: DI1=Inicio/Parada, DI2= Entrada analogica velocidad, DI3=Fallo externo.
P2-13	1		Funcion del rele de usuario (bornes 14 y 15). Accionamineto OK
P2-15	1		Contacto NA cuando se cumple la condicion de P2-13

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Variador de Frecuencia

Plano n°: TE_6/10

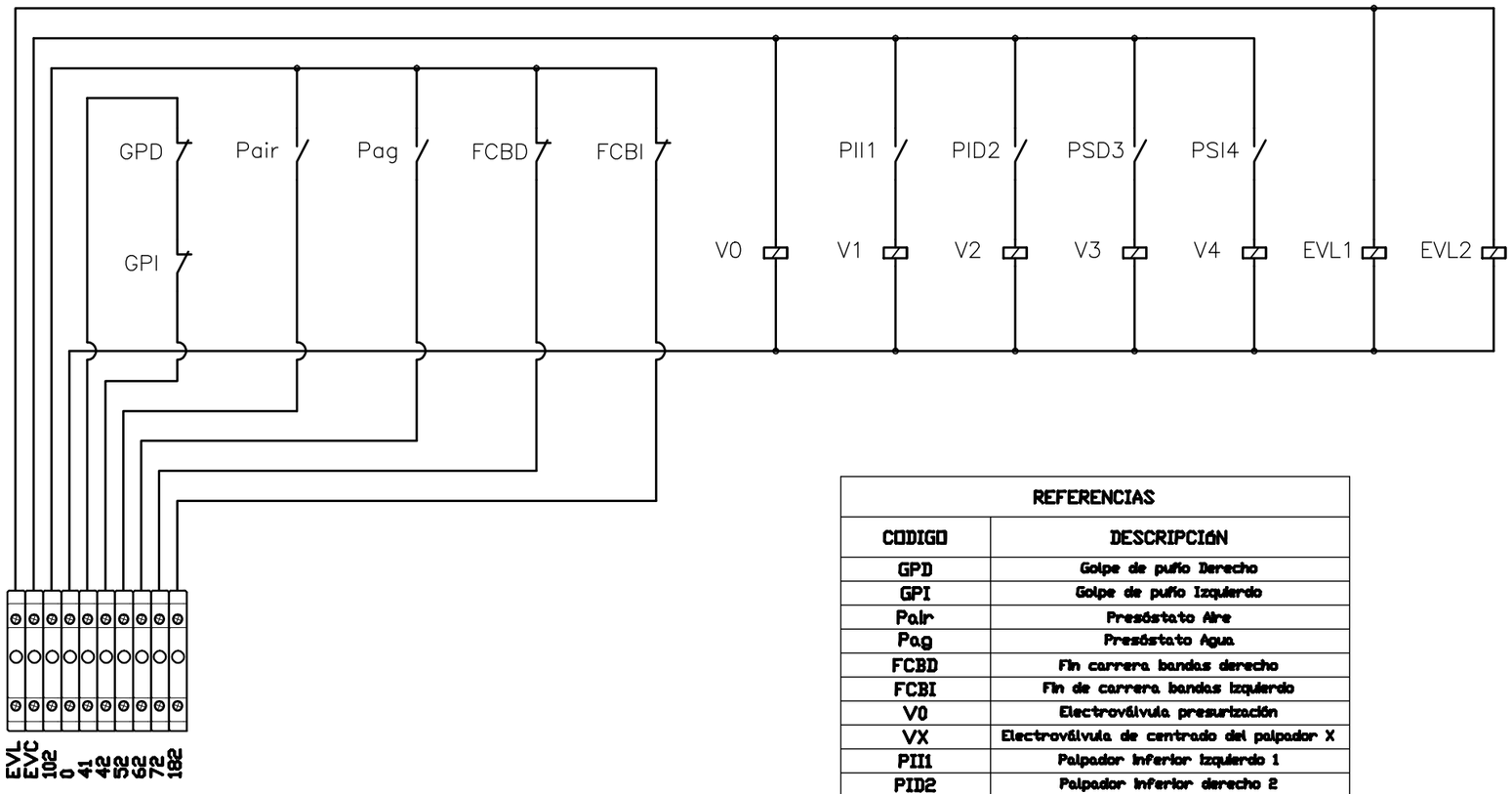
MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA FDDB



REFERENCIAS	
CODIGO	**DESCRIPCIÓN**
GPD	Golpe de puño Derecho
GPI	Golpe de puño Izquierdo
Pair	Presóstato Aire
Pag	Presóstato Agua
FCBD	Fin carrera bandas derecho
FCBI	Fin de carrera bandas izquierdo
V0	Electroválvula presurización
VX	Electroválvula de centrado del palpador X
PII1	Palpador inferior izquierdo 1
PID2	Palpador inferior derecho 2
PSD3	Palpador superior derecho 3
PSI4	Palpador superior izquierdo 4
EVLX	Electroválvula lavado nº X

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito FDDB

Plano n°: TE_7/10

MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

ESQUEMA DE CONEXIóN
BORNERAS EQUIPOS

TABLERO ELéCTRICO

U1
V1
W1
U2
V2
W2
U3
V3
W3
U4
V4
W4
U5
V5
W5
U6
V6
W6
U7
V7
W7
U8
V8
W8
EVL
EVC
102
0
41
42
43
44
52
62
72
182
201
202
110
111
120
121
EE23
EE24

M

FLUJOSTATO BOMBA LODOS contacto NA

SEÑALES PARA MONITOREO Y COMANDO A DISTANCIA

DESHIDRATADORA

U2
V2
W3
U3
V3
W3
U4
V4
W4
EVL
EVC
102
0
41
42
52
62
72
182

CINTA TRANSPORTADORA

U2
V2
W3
43
44

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Esquema Conexion Borneras

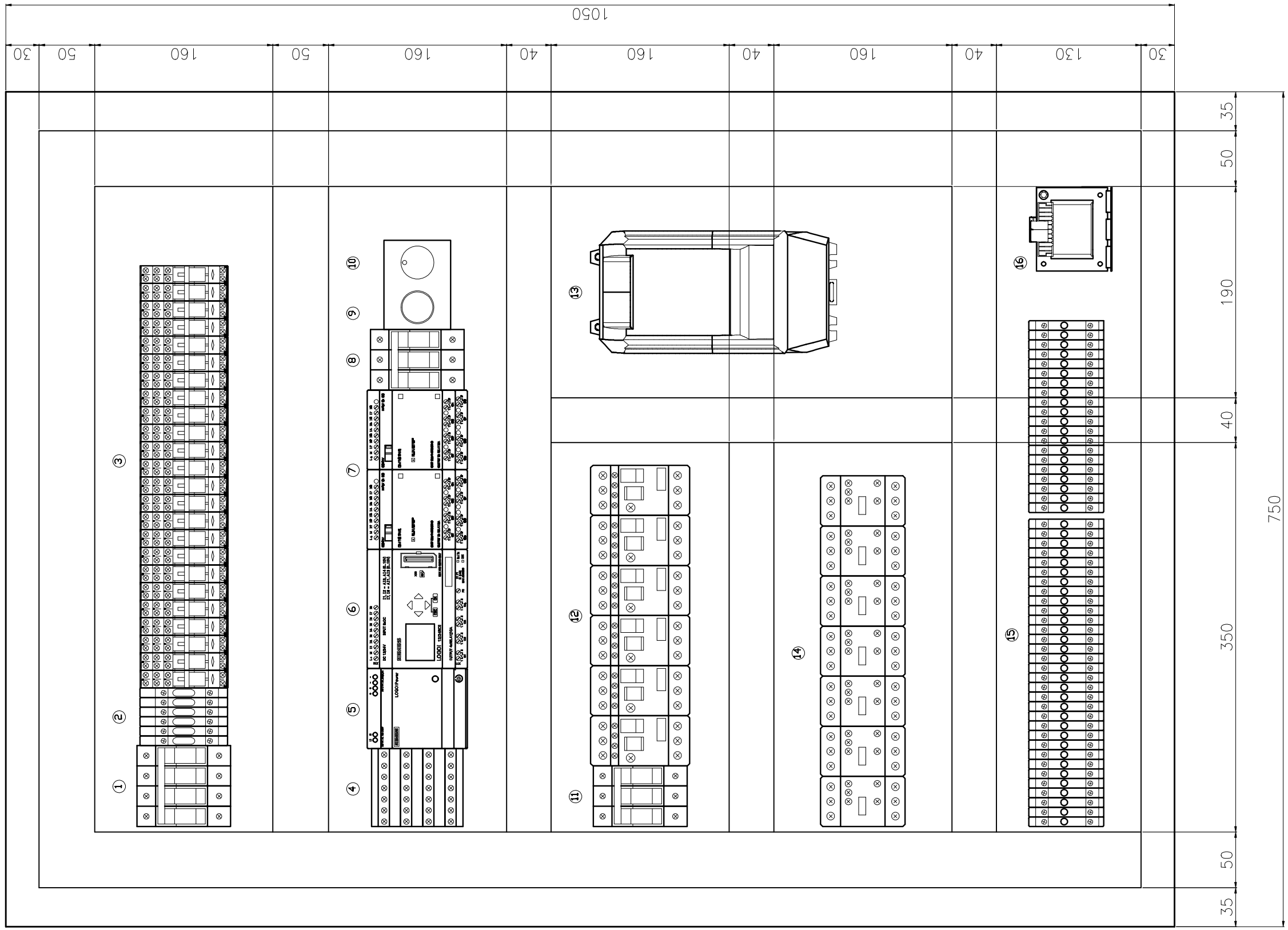
Plano n°: TE_8/10

MAQUINA TIPO: TABLERO ELÉCTRICO FDDB

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:



Referencias
1 – Int. Termomagnetico tetrap.
2 – Bornera Portafusible
3 – Rele Interfaz
4 – Bornera Distribucion
5 – Fuente 24 VCC
6 – PLC (Rele Inteligente)
7 – Modulo extension E/S
8 – Int. Termomagnetico trip.
9 – Pul. Reset Mantenimiento
10 – Potenciometro bandas
11 – Int. Termomagnetico trip.
12 – Guardamotor
13 – Variadr de Frecuencia
14 – Contactor
15 – Bornera de Paso
16 – Transformador 220/24 VCA

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Topografico Interior Gabinete

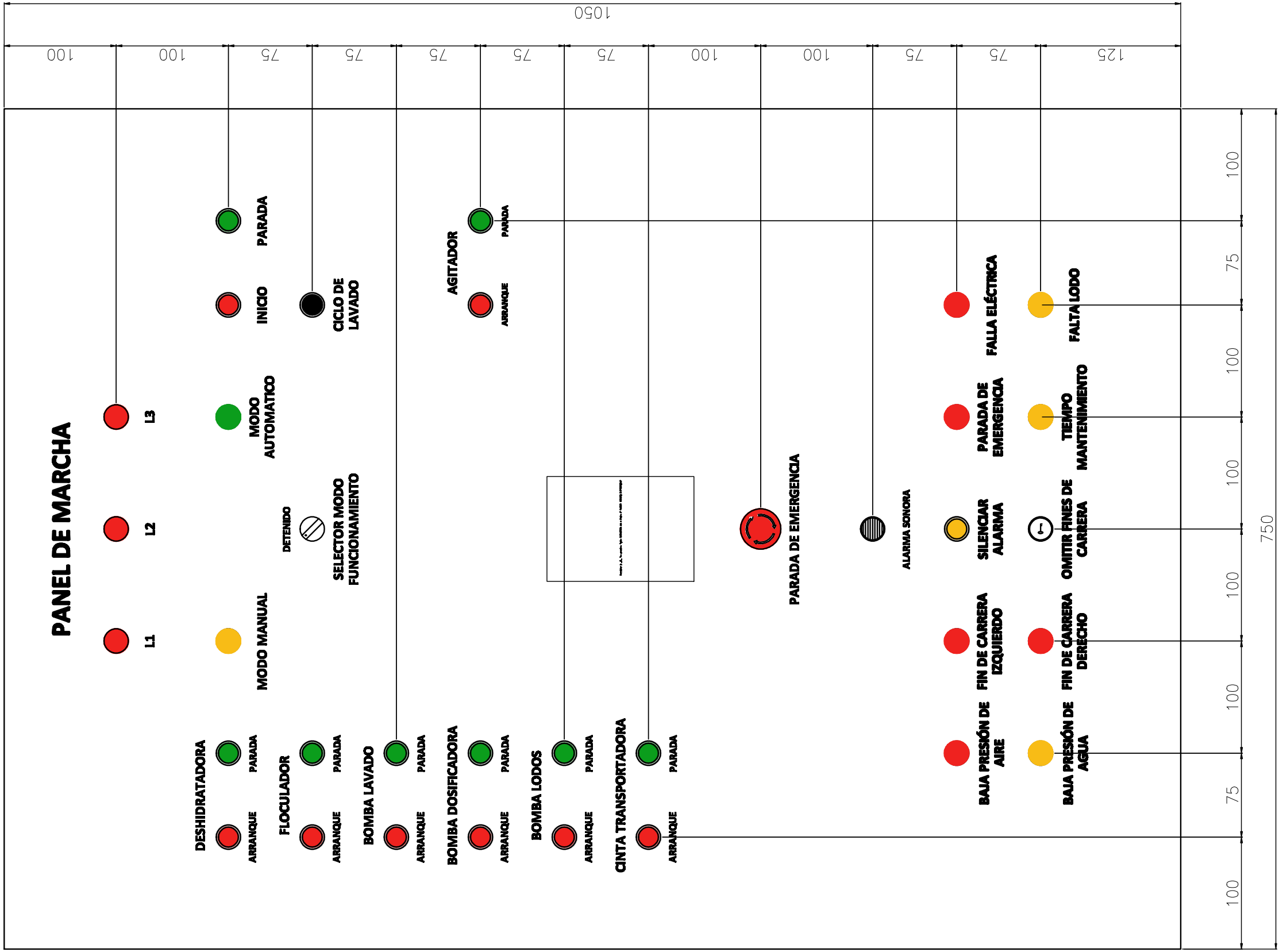
Plano n°: TE_9/10

MAQUINA TIPO: Tablero Eléctrico

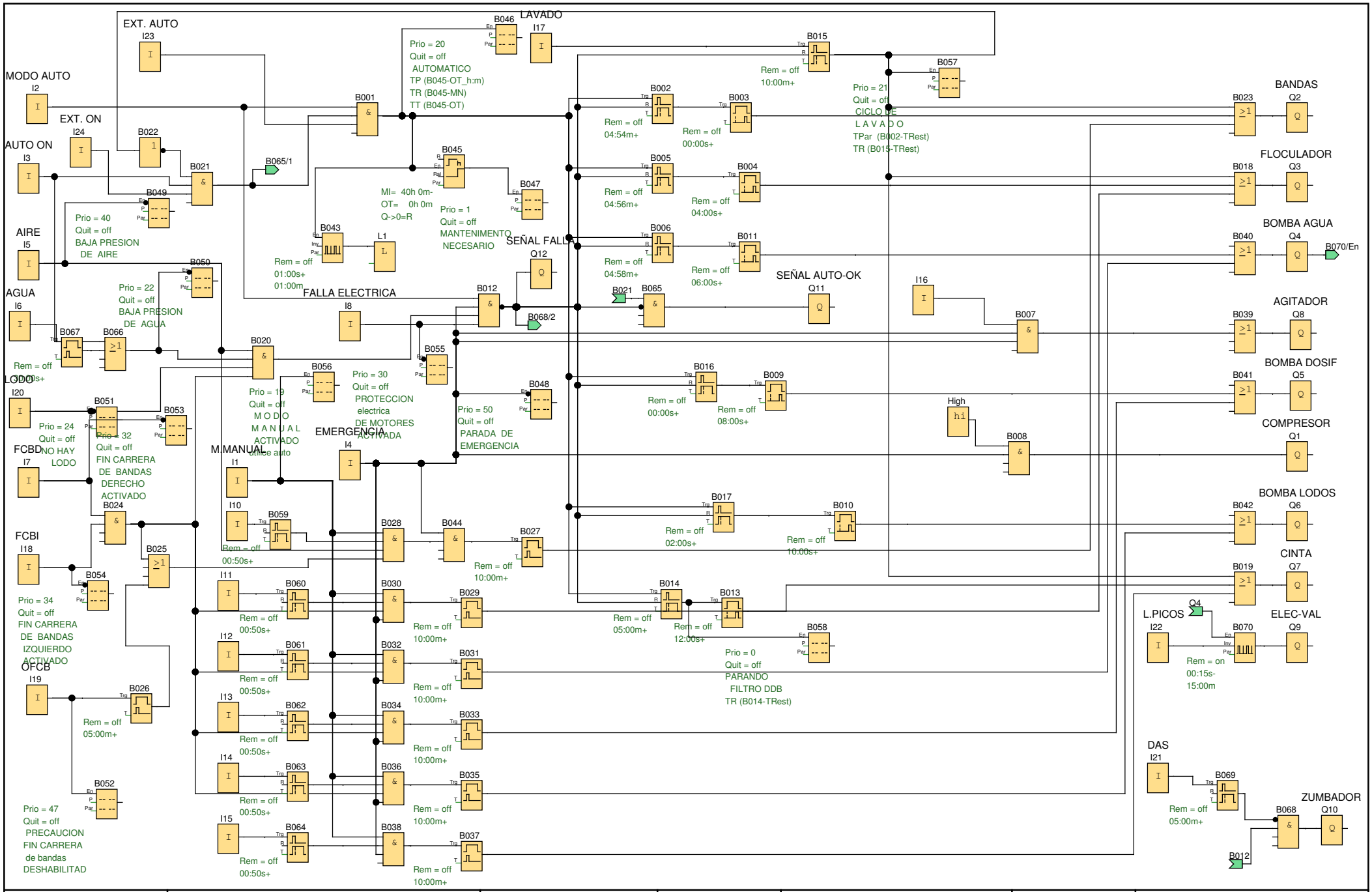
ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:



	Dibujó: Pablo M. Farias		
	Fecha: 15/09/2014		
LINEA INGENIERIA Calle 308 N° 31 (6360) General Pico – La Pampa Telefax(02302) 433674/431974			Pos.Arch.CAD
DENOMINACION: Topografico Interior Gabinete		Plano n°: TE_10/10	
MAQUINA TIPO: Tablero Eléctrico		ESC: N/E Hoja: A3	Pag.:
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.		DIS. n°:	



Autor:	dpto_ingenieria1	Linea E Ing	Proyecto:	Tablero Electrico FULL	Cliente:	
Comprobado:			Instalación:	ZUMO	Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	18/10/12 14:44/24/11/14 22:15		archivo:	TEPPLCv1.2.lsc	Página:	1 / 16

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B002(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 04:54m+
B003(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:00s+
B004(Retardo a la conexión) :	Rem = off 04:00s+
B005(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 04:56m+
B006(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 04:58m+
B009(Retardo a la conexión) :	Rem = off 08:00s+
B010(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+
B011(Retardo a la conexión) :	Rem = off 06:00s+
B013(Retardo a la conexión) :	Rem = off 12:00s+
B014(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 05:00m+
B015(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 10:00m+
B016(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:00s+
B017(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 02:00s+
B026(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 05:00m+
B027(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+
B029(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+
B031(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+
B033(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+
B035(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+

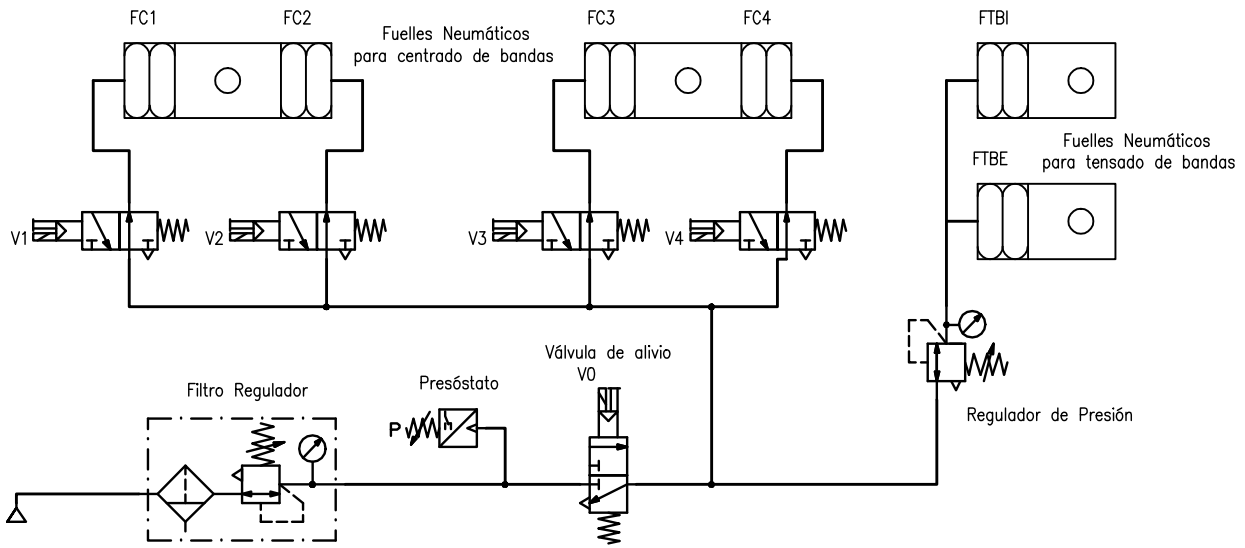
Número de bloque (tipo)	Parámetro
B037(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 10:00m+
B043(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 01:00s+ 01:00m
B045(Contador de horas de funcionamiento) :	MI= 40h 0m- OT= 0h 0m Q->0=R
B046(Texto de aviso) :	Prio = 20 Quit = off AUTOMATICO TP (B045-OT_h:m) TR (B045-MN) TT (B045-OT)
B047(Texto de aviso) :	Prio = 1 Quit = off MANTENIMENTO NECESARIO
B048(Texto de aviso) :	Prio = 50 Quit = off PARADA DE EMERGENCIA
B049(Texto de aviso) :	Prio = 40 Quit = off BAJA PRESION DE AIRE
B050(Texto de aviso) :	Prio = 22 Quit = off BAJA PRESION DE AGUA
B051(Texto de aviso) :	Prio = 24 Quit = off NO HAY LODO
B052(Texto de aviso) :	Prio = 47 Quit = off PRECAUCION FIN CARRERA de bandas DESHABILITAD
B053(Texto de aviso) :	Prio = 32 Quit = off FIN CARRERA DE BANDAS DERECHO ACTIVADO

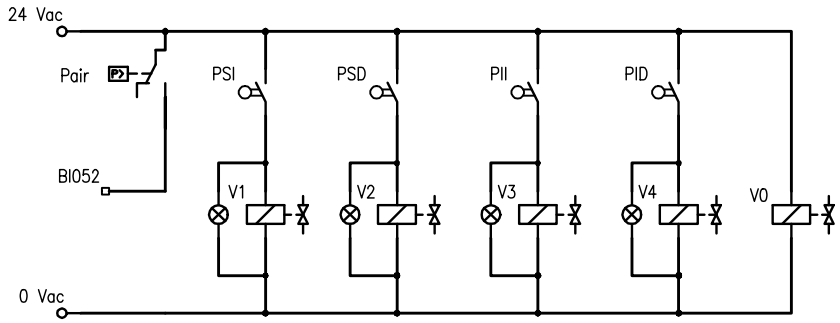
Número de bloque (tipo)	Parámetro
B054(Texto de aviso) :	Prio = 34 Quit = off FIN CARRERA DE BANDAS IZQUIERDO ACTIVADO
B055(Texto de aviso) :	Prio = 30 Quit = off PROTECCION electrica DE MOTORES ACTIVADA
B056(Texto de aviso) :	Prio = 19 Quit = off M O D O M A N U A L ACTIVADO utilice auto
B057(Texto de aviso) :	Prio = 21 Quit = off CICLO DE L A V A D O TPar (B002-TRest) TR (B015-TRest)
B058(Texto de aviso) :	Prio = 0 Quit = off PARANDO FILTRO DDB TR (B014-TRest)
B059(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B060(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B061(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B062(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B063(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B064(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:50s+
B067(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :	Rem = off 30:00s+
B069(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 05:00m+

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B070(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = on 00:15s- 15:00m
I1(Entrada) : M.MANUAL	
I2(Entrada) : MODO AUTO	
I3(Entrada) : AUTO ON	
I4(Entrada) : EMERGENCIA	
I5(Entrada) : AIRE	
I6(Entrada) : AGUA	
I7(Entrada) : FCBD	
I8(Entrada) : FALLA ELECTRICA	
I17(Entrada) : LAVADO	
I18(Entrada) : FCBI	
I19(Entrada) : OFCB	
I20(Entrada) : LODO	
I21(Entrada) : DAS	
I22(Entrada) : L.PICOS	
I23(Entrada) : EXT. AUTO	
I24(Entrada) : EXT. ON	
Q1(Salida) : COMPRESOR	
Q2(Salida) : BANDAS	

Número de bloque (tipo)	Parámetro
Q3(Salida) : FLOCULADOR	
Q4(Salida) : BOMBA AGUA	
Q5(Salida) : BOMBA DOSIF	
Q6(Salida) : BOMBA LODOS	
Q7(Salida) : CINTA	
Q8(Salida) : AGITADOR	
Q9(Salida) : ELEC-VAL	
Q10(Salida) : ZUMBADOR	
Q11(Salida) : SEÑAL AUTO-OK	
Q12(Salida) : SEÑAL FALLA	

CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO





REFERENCIAS	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
V1	Electroválvula de centrado 1
V2	Electroválvula de centrado 2
V3	Electroválvula de centrado 3
V4	Electroválvula de centrado 4
FC1	Fuelle Neumático de centrado 1
FC2	Fuelle Neumático de centrado 2
FC3	Fuelle Neumático de centrado 3
FC4	Fuelle Neumático de centrado 4
FTBI1	Fuelle Neumático de tensado banda interna 1
FTBI2	Fuelle Neumático de tensado banda interna 2
FTBE1	Fuelle Neumático de tensado banda externa 1
FTBE2	Fuelle Neumático de tensado banda externa 2
BI052	Bornera tablero eléctrico

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

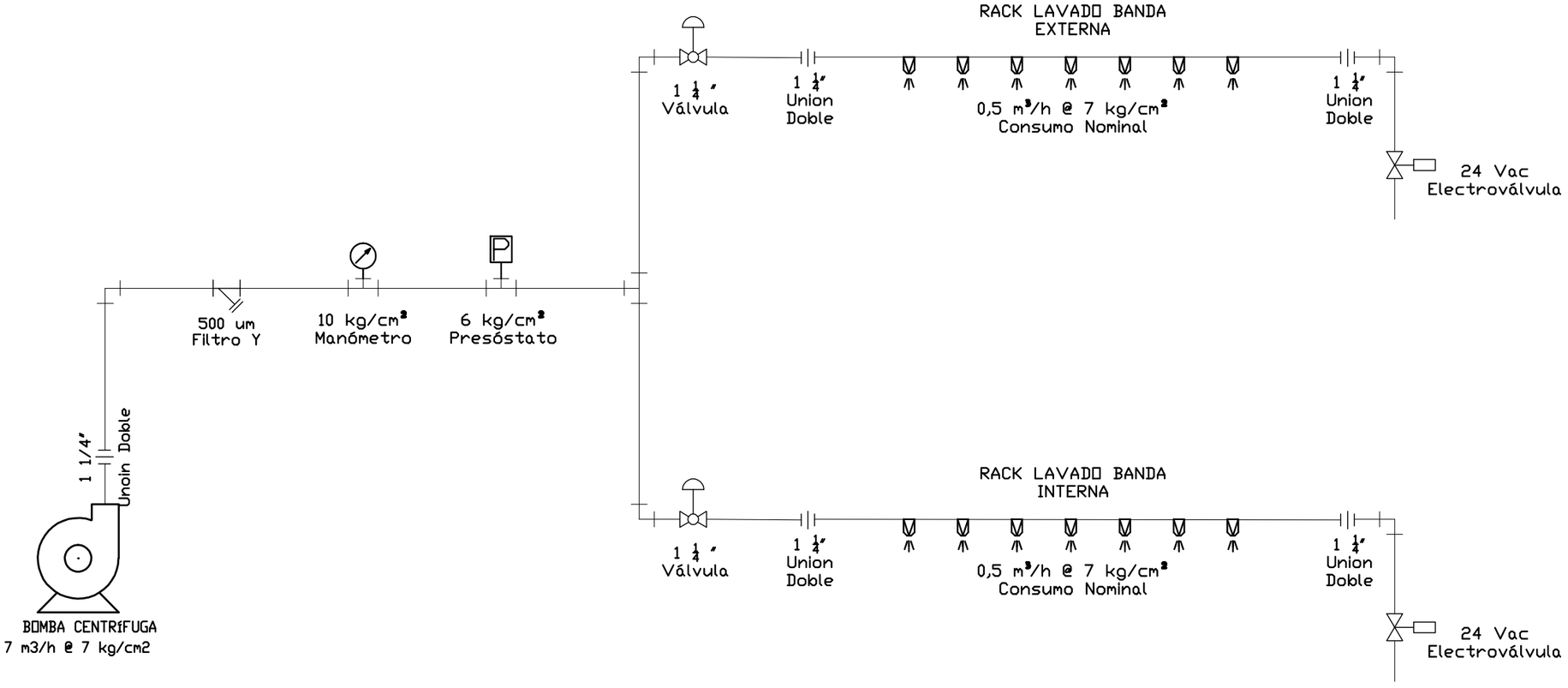
DENOMINACION: Circuito Electroneumático | Plano n°: CEN_1/1

MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO | ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

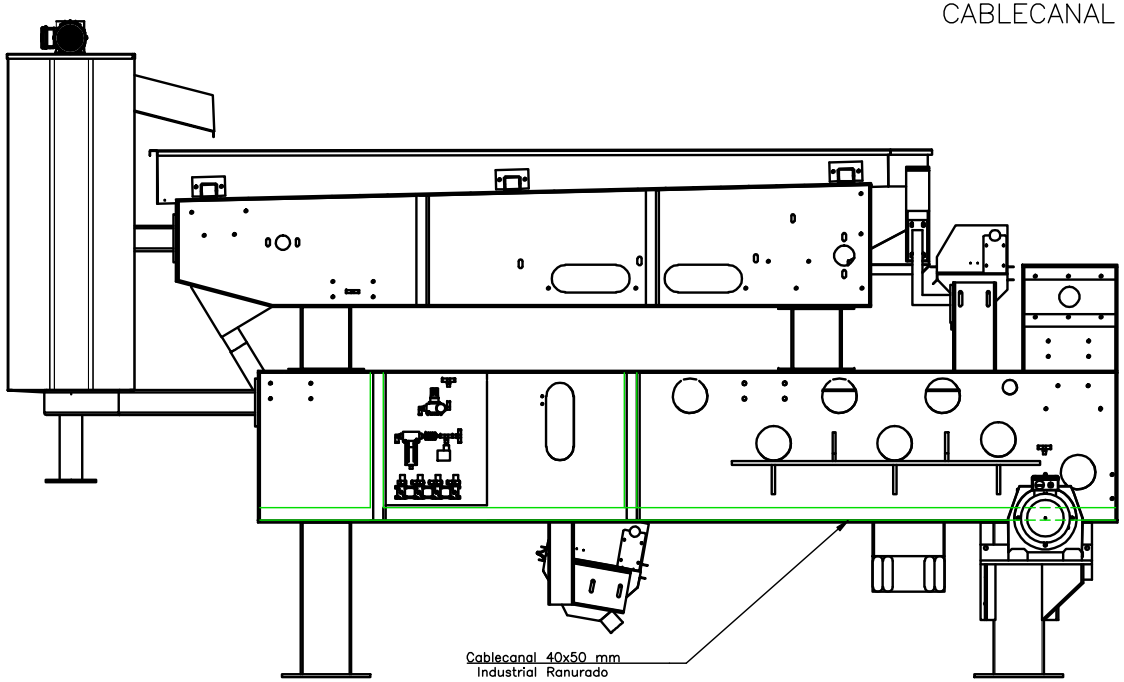
DIS. n°:

CIRCUITO HIDRÁULICO

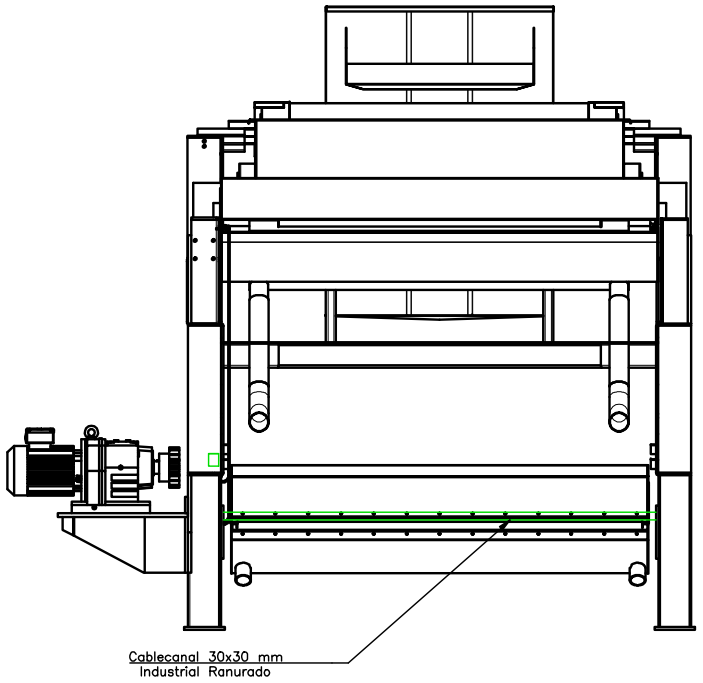


	Dibujó: Pablo M. Farias		
	Fecha: 15/09/2014		
LINEA INGENIERIA Calle 308 N° 31 (6360) General Pico – La Pampa Telefax(02302) 433674/431974			Pos.Arch.CAD
DENOMINACION: Circuito Hidráulico		Plano n°: CH_1/1	
MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO		ESC: N/E | Hoja: A3	Pag.:
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.		DIS. n°:	

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN
CABLECANAL

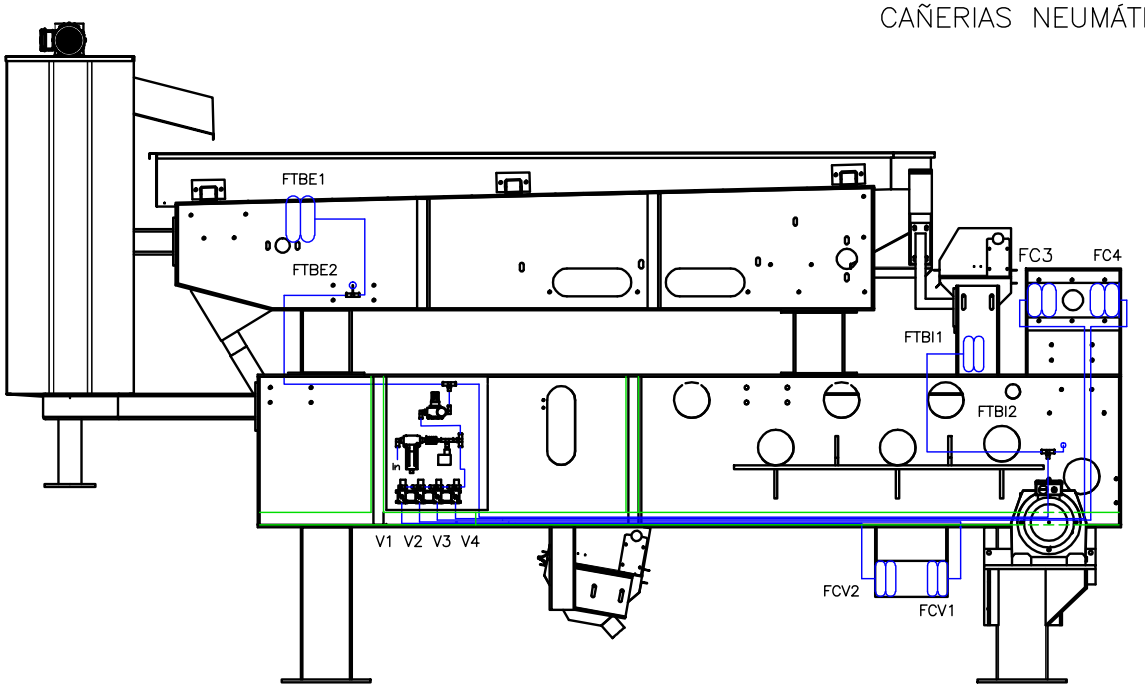


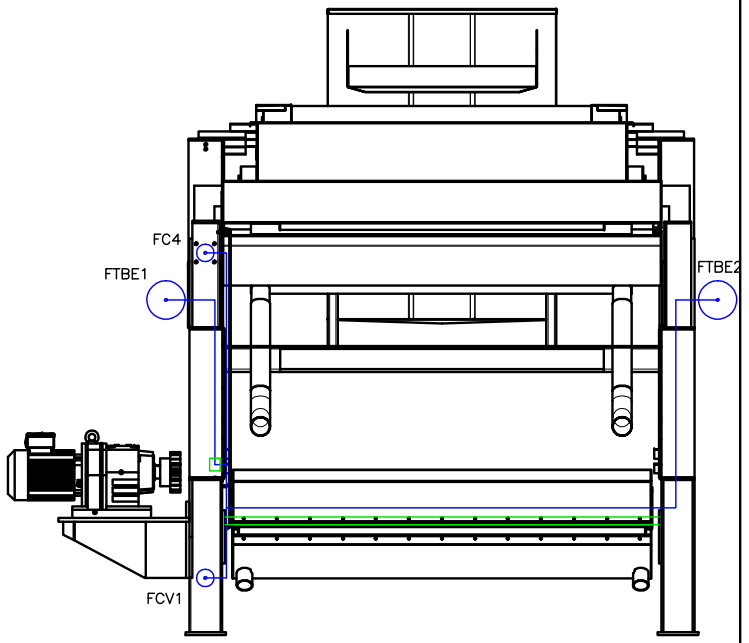
LATERAL DERECHO – LADO REDUCTOR



	Dibujó: Pablo M. Farias		
	Fecha: 15/09/2014		
LINEA INGENIERIA	Calle 308 N° 31 (6360) General Pico – La Pampa Telefax(02302) 433674/431974		Pos.Arch.CAD
DENOMINACION: Distribucion Cablecanal		Plano n°: 1/5	
MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO		ESC: N/E Hoja: A3	Pag.:
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.		DIS. n°:	

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN
CAÑERIAS NEUMÁTICA





LATERAL DERECHO – LADO REDUCTOR

REFERENCIAS	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
V1	Electroválvula de centrado 1
V2	Electroválvula de centrado 2
V3	Electroválvula de centrado 3
V4	Electroválvula de centrado 4
FC1	Fuelle Neumático de centrado 1
FC2	Fuelle Neumático de centrado 2
FC3	Fuelle Neumático de centrado 3
FC4	Fuelle Neumático de centrado 4
FTBI1	Fuelle Neumático de tensado banda interna 1
FTBI2	Fuelle Neumático de tensado banda interna 2
FTBE1	Fuelle Neumático de tensado banda externa 1
FTBE2	Fuelle Neumático de tensado banda externa 2

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

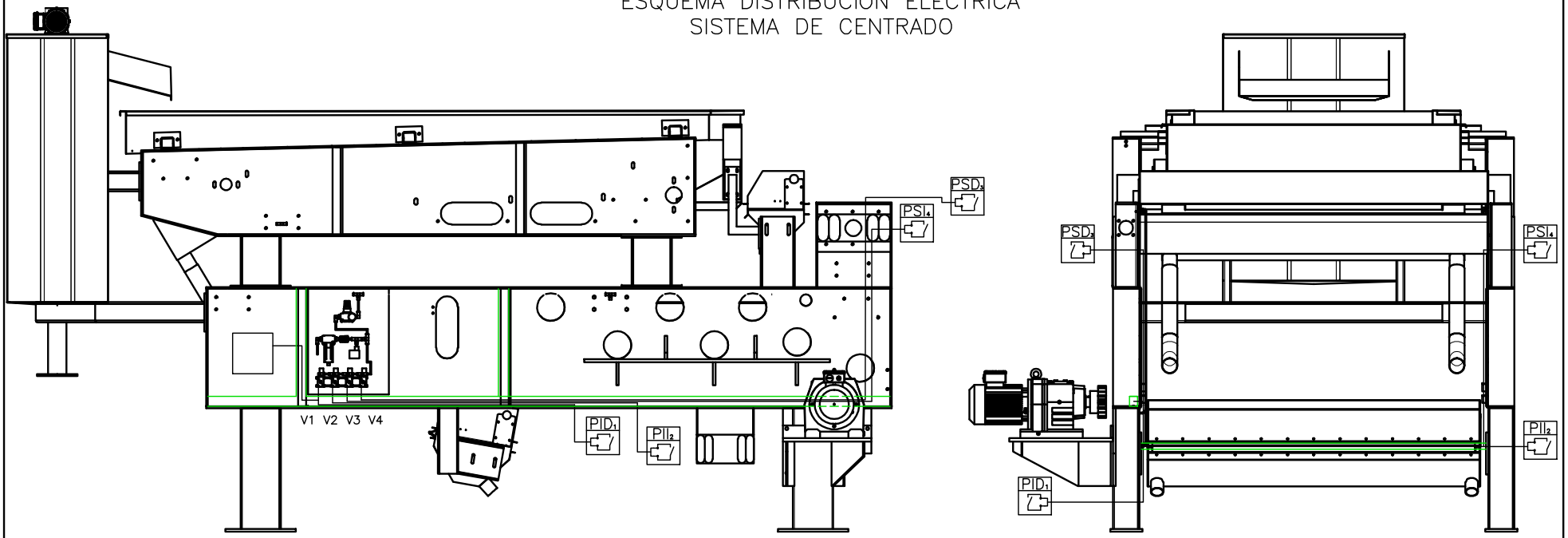
DENOMINACION: Circuito Neumatico | Plano n°: ED_2/5

MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO | ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
SISTEMA DE CENTRADO



LATERAL DERECHO – LADO REDUCTOR

REFERENCIAS		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	CONEXIÓN a
PII1	Palpador Inferior Izquierdo	V1
PID2	Palpador Inferior Derecho	V2
PSD3	Palpador Superior Derecho	V3
PSI4	Palpador Inferior Izquierdo	V4
VX	Electroválvula X	

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

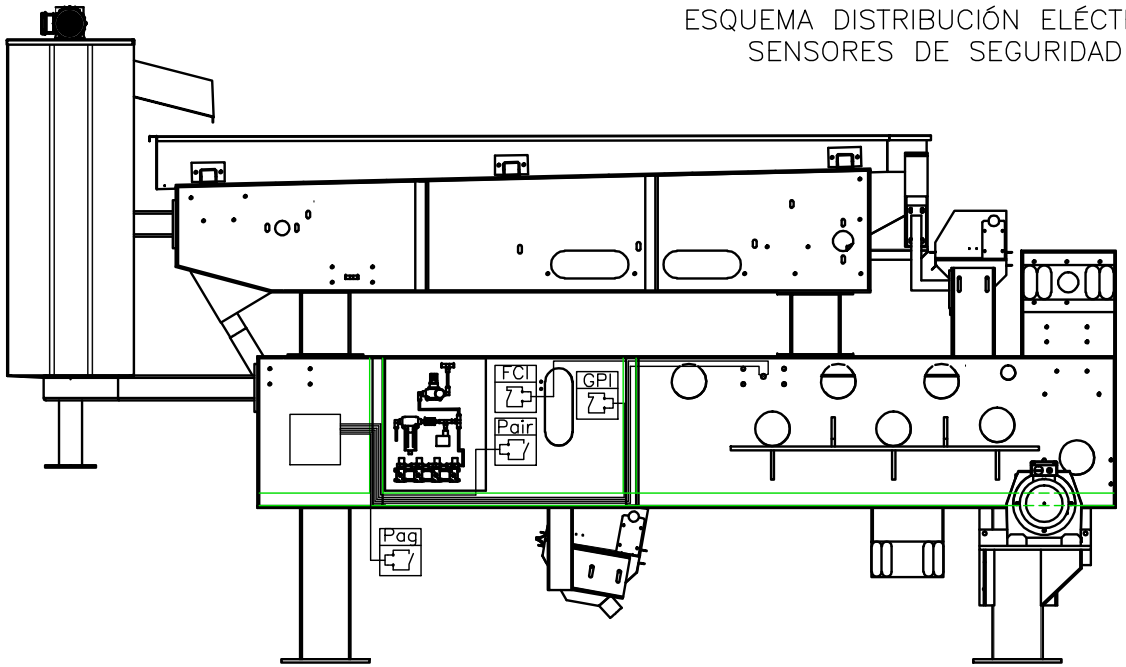
DENOMINACION: Circuito Electrico Sis. Centrado | Plano n°: ED_3/5

MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO | ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

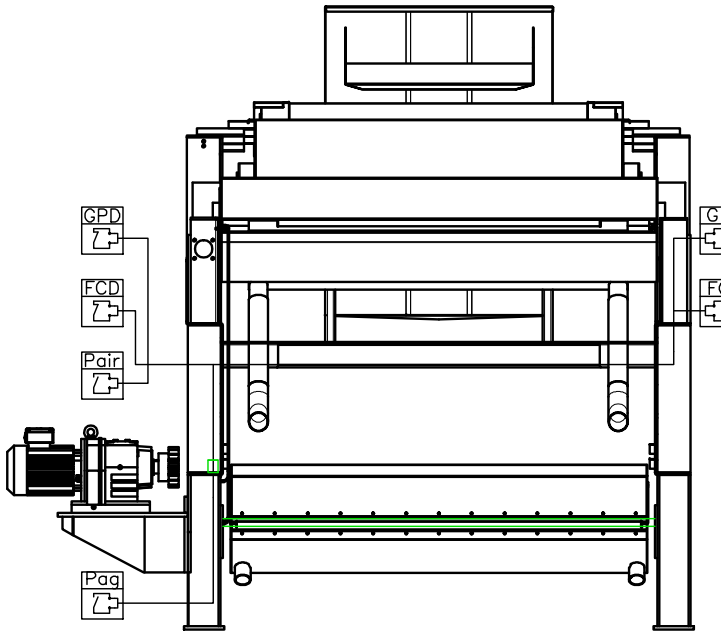
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
SENSORES DE SEGURIDAD



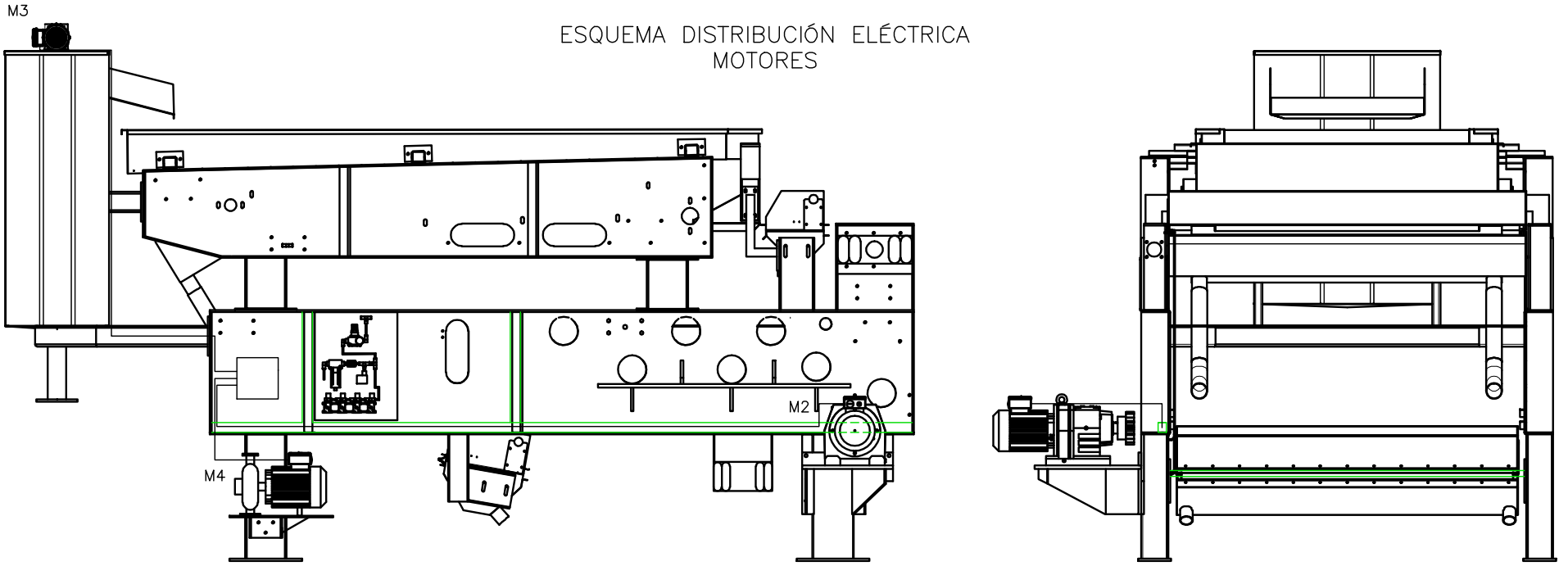
LATERAL DERECHO – LADO REDUCTOR



REFERENCIAS	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
FCI	Fin de carrera bandas izquierdo
FCD	Fin de carrera bandas derecho
GPI	Golpe de puño izquierdo
GPD	Golpe de puño derecho
Pair	Presostato aire
Pag	Presostato agua

Dibujó: Pablo M. Farias			
Fecha: 15/09/2014			
LINEA INGENIERIA	Calle 308 N° 31 (6360) General Pico – La Pampa Telefax(02302) 433674/431974		Pos.Arch.CAD
DENOMINACION: Circuito Neumatico		Plano n°: ED_4/5	
MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO		ESC: N/E Hoja: A3	Pag.:
Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.		DIS. n°:	

ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
MOTORES



LATERAL DERECHO – LADO REDUCTOR

REFERENCIAS	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
M2	Motor Principal – Bandas
M3	Floculador
M4	Bomba Lavado

Dibujó: Pablo M. Farias

Fecha: 15/09/2014

LINEA INGENIERIA
Calle 308 N° 31
(6360) General Pico – La Pampa
Telefax(02302) 433674/431974

Pos.Arch.CAD

DENOMINACION: Circuito Neumatico

Plano n°: ED_5/5

MAQUINA TIPO: Instalaciones ZUMO

ESC: N/E | Hoja: A3 | Pag.:

Estos diseños son propiedad de LINEA E. Ing. No se permite su reproducción total o parcial sin autorización previa.

DIS. n°:

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

FILTROS DESHIDRATADORES DE DOBLE BANDA

MODELOS: ZUMO _ _ _ _

Nº SERIE: 180 - _ _ _

PUESTA EN MARCHA: _ _/_ _/_ _

Contenido

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO 1
FILTROS DESHIDRATADORES DE DOBLE BANDA 1
Consideraciones previas 4
Cómo leer y utilizar el manual de instrucciones 4
Importancia del manual 4
Conservación del manual 4
Cómo consultar el manual 4
Simbología utilizada 5
Sistema Eléctrico 6
Operación 7
Inicio Operación 1, desde el interior… 7
Inicio Operación 2 9
Inicio del Panel de Comando 11
Operación en Modo Automático 12
Alarmas y Fallas 13
Modo Manual 18
Alarmas y Fallas 19
Funciones Especiales 20
Sistema Electro-Neumático 24
Operación 25
Inicio de Operación 25
Mantenimiento 26
Habilitación para el inicio desde el tablero eléctrico 26
Circuito de centrado de bandas 26
Regulación del centrado de bandas 27
Regulación de tensado de bandas 28
Mantenimiento 29
Instrucciones correspondientes a los controles / intervenciones de mantenimiento 29
Vaciar condensado, en la unidad filtrante de línea de aire 30

Verificar, presión de tensión de bandas 30
Verificar limpieza bandas permeables 31
Verificar nivel lubricante en transmisión de equipo moto-reductor principal 32
Verificar funcionamiento de los fines de carrera de bandas 33
Inspección visual integridad de las bandas 33
Verificar perdidas en los circuitos de aire y agua 33
Verificar funcionamiento de los sensores eléctricos 34
Lubricar rodamientos de rodillos 34
Lubricar, colisas deslizantes y cremalleras 34
Verificar retenes de la totalidad de los rodillos del equipo 34
Verificar funcionamiento del Tablero Eléctrico en general 34
Verificar sellos de goma de los cajones de lavado, cajón entrada y drenaje 35
Medir espesores de consumibles 35
Revisar desgaste de los picos de lavado de bandas 36
Revisar desgaste en rodamientos 36
Revisar desgaste en retenes de cajas de rodamientos 36
Revisar desgaste en transmisión, colisas deslizantes y cremalleras 37

Consideraciones previas

Cómo leer y utilizar el manual de instrucciones…

Importancia del manual

El presente MANUAL DE INSTRUCCIONES constituye la guía para la INSTALACIÓN, USO, y MANTENIMIENTO del equipo que ha comprado.
Le aconsejamos que siga todos los consejos que contiene el manual. Tanto el buen funcionamiento como la duración del equipo dependen del uso correcto y de la aplicación metódica de las instrucciones de mantenimiento contenidas en el manual.
No hay que olvidar que, si surgieran dificultades o inconvenientes, el PERSONAL TÉCNICO DE Línea E Ingeniería® está a su completa disposición para cualquier aclaración o intervención que pueda necesitar.
El fabricante declina todo tipo de responsabilidad en caso de un uso incorrecto o de un mantenimiento inadecuado. EL MANUAL DE INSTRUCCIONES forma parte integrante del equipo.

Conservación del manual

Utilice el manual de manera tal que no dañe su contenido.
No elimine, arranque o escriba por ningún motivo partes del manual.
Conserve el manual en un ambiente protegido de la humedad y del calor.

Cómo consultar el manual

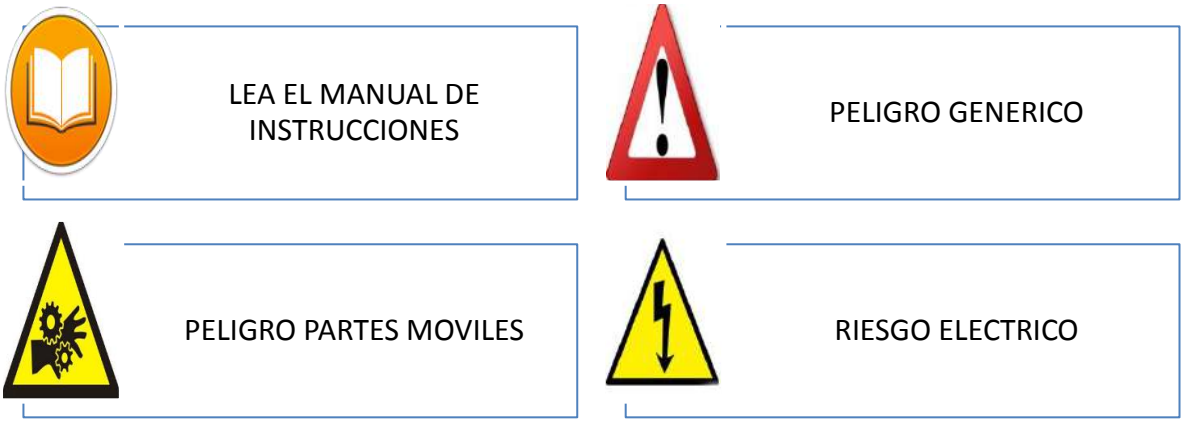
Este manual de instrucciones está compuesto por:

- PORTADA CON LA IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA
- ÍNDICE ANALÍTICO

En la PORTADA aparece el modelo del equipo del que se habla en el manual y el número de serie del equipo que usted tiene.
En el ÍNDICE se puede ver el CAPÍTULO y el APARTADO sobre el que se puede consultar un tema en concreto.
Todas las INSTRUCCIONES Y/O NOTAS SOBRE EL PRODUCTO están dirigidas a encontrar las advertencias sobre la seguridad y los procedimientos para un correcto funcionamiento.

Simbología utilizada

Los SÍMBOLOS que se explican a continuación se utilizan en toda la presente publicación para llamar la atención del operador sobre cómo comportarse ante cualquier situación de trabajo.



1. LEA EL MANUAL DE INSTRUCCIONES: Antes de colocar, poner en marcha o intervenir sobre el equipo, lea detenidamente el manual de uso y mantenimiento.

2. PELIGRO GENÉRICO: Una nota adicional indica la naturaleza del peligro. Significado de las palabras de señalización: Advertencias! indica una situación potencialmente peligrosa que, si se ignora, puede provocar daños a las personas y o a la máquina. Nota! destaca una información esencial.

3. PELIGRO PARTES MOVILES: Al trabajar cerca de la máquina, preste especial atención por los lugares donde transita, introduce sus extremidades y a la indumentaria utilizada.

4. RIEGO ELÉCTRICO: Atención, antes de efectuar una operación en el compresor es obligatorio desactivar la alimentación eléctrica de la máquina.

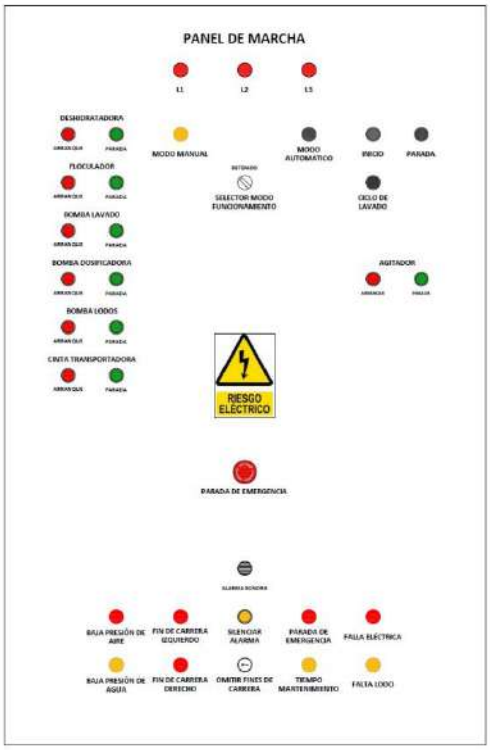
Sistema Eléctrico

El Filtro Deshidratador de Doble Banda (FDDB) y sus equipos complementarios serán accionados enteramente desde el Tablero Eléctrico.

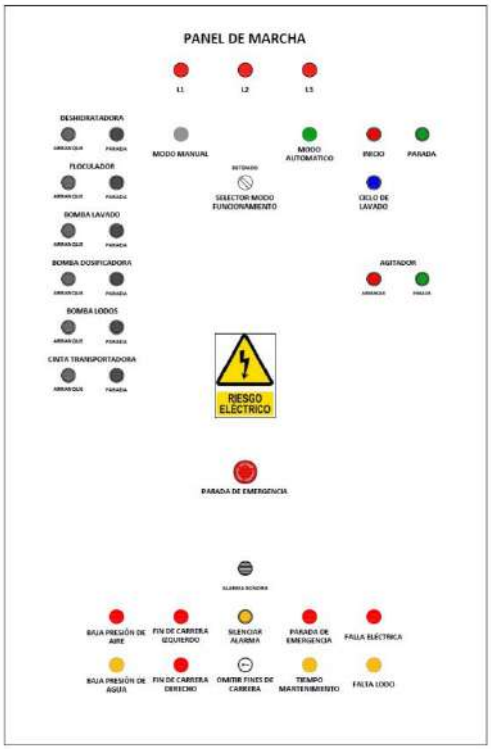
En el interior de gabinete se encuentran los componentes de potencia: interruptores termomágneticos y guardamotores, a los cuales se deberá acceder para habilitarlos. Desde el frente se comandará el equipo a través de pulsadores y selectores electromecánicos.

Asimismo se indicará el estado de funcionamiento o falla del equipo mediante indicadores luminosos y sonoros.

El sistema cuenta con dos modos de operación. Los pulsadores correspondientes a cada uno de ellos se indican a continuación:



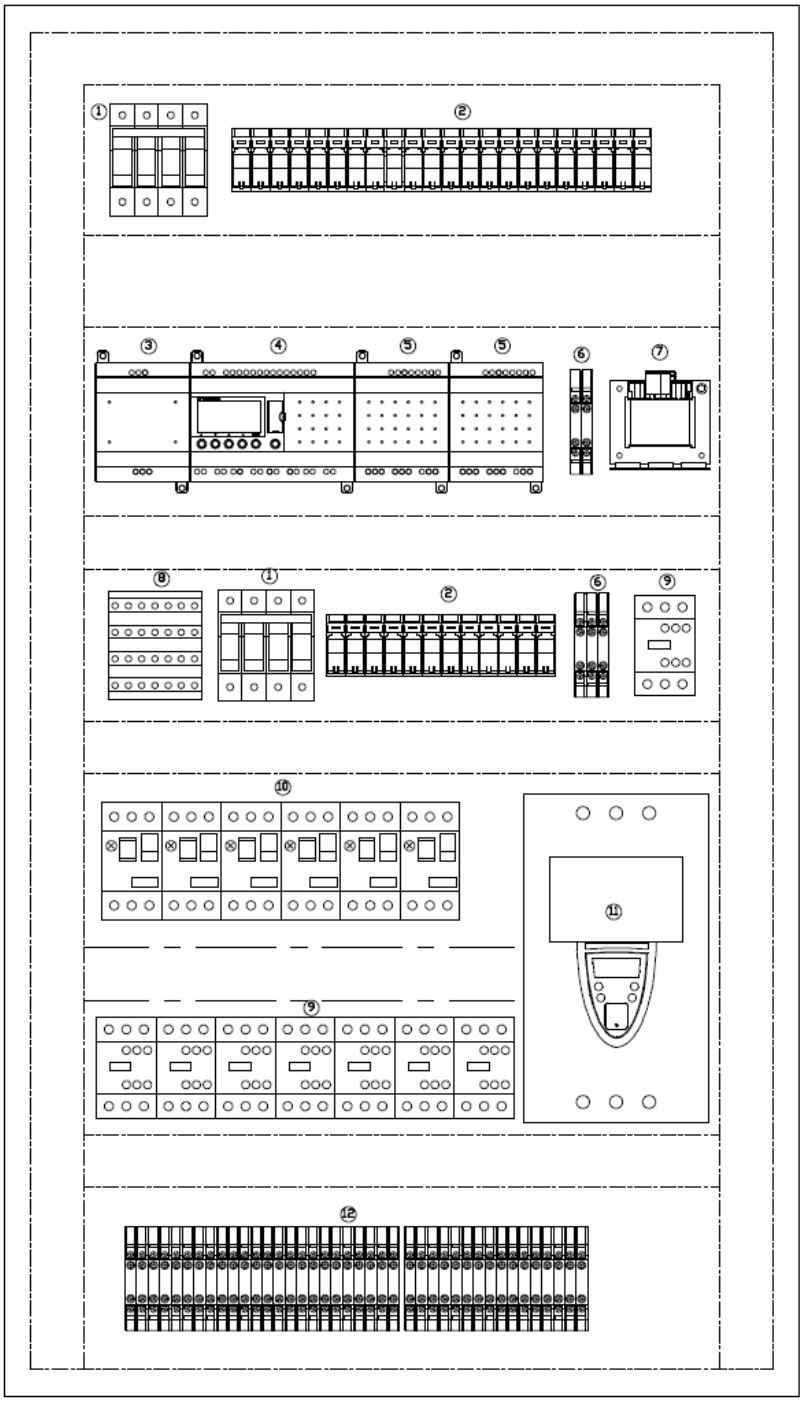
Modo Manual



Modo Automático

Operación

Inicio Operación 1, desde el interior…



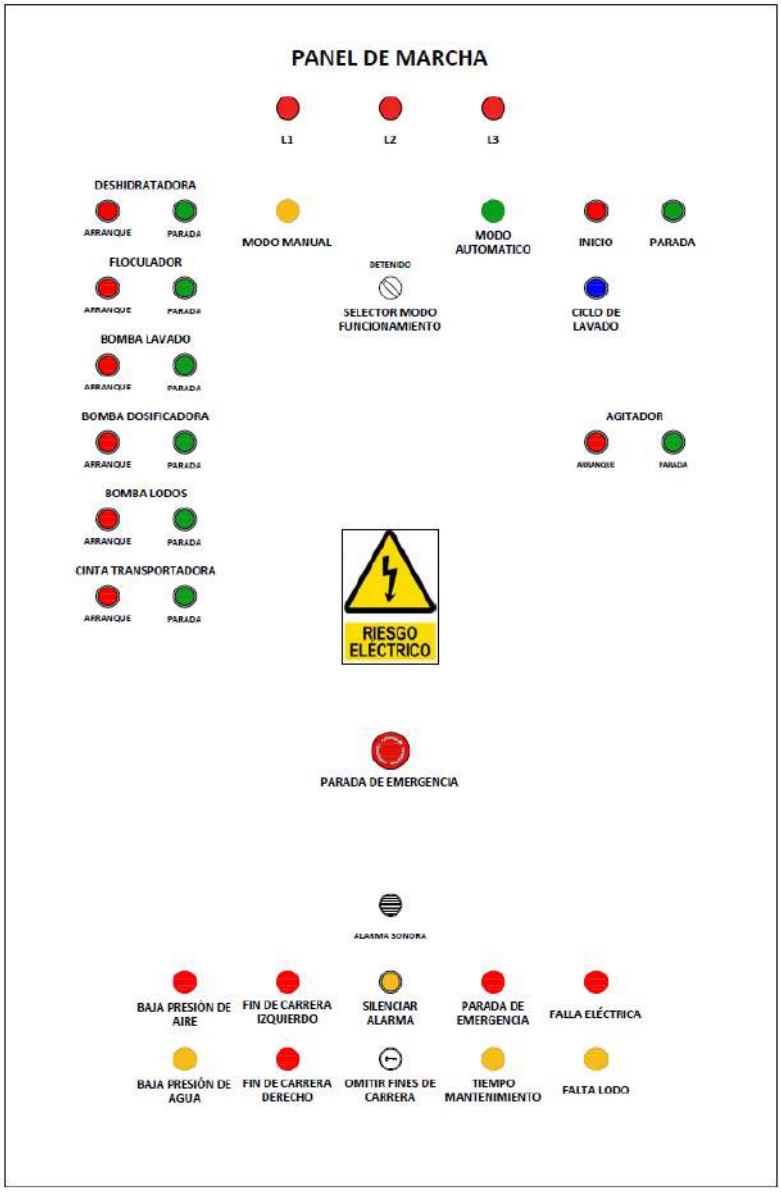
1	Interruptor
2	Relé Interface
3	Fuente 24 Vcc
4	PLC
5	Modulo E/S PLC
6	Bornera Portafusiles 24 Vcc
7	Transformador
8	Bornera Distribución
9	Contactores
10	Guardamotores
11	Variador Frecuencia
12	Borneras de Acometida

Para comenzar a utilizar el equipo se deberán verificar en el interior del gabinete los siguientes estados:

a) Interruptor general (1) y del compresor de aire (1) activados
b) Guardamotores (10) activados

Luego se deberá cerrar el gabinete, y el mismo deberá permanecer cerrado para proteger los componentes del mismo y evitar riesgos innecesarios..

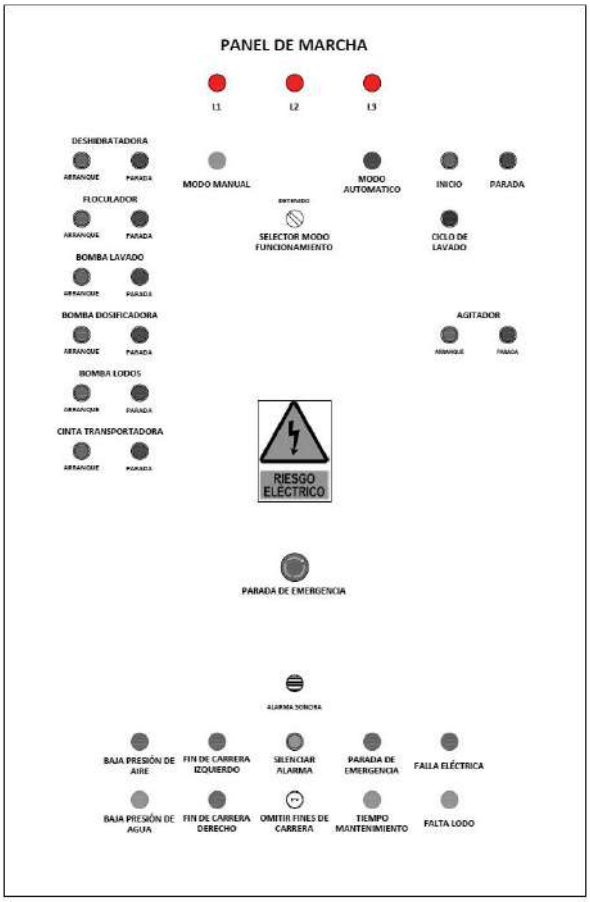
Frente



Inicio Operación 2

Una vez completados los pasos de Inicio de “Operación 1 desde el interior…”

Observaremos en la zona superior central las indicaciones luminosas de presencia de tensión en cada una de las líneas de alimentación.



Si alguna de las luces no se encendiera, por favor diríjase a la sección *“Solución de Alarmas y Fallas”, pág. 14.*

En base al estado actual del equipo, en la zona de alertas y fallas podremos observar el estado de los sensores. En el mejor de los casos todos los indicadores se encontrarán apagados (salvo el de presión de agua, ya que la bomba no se ha encendido) y se podrá proseguir con el inicio de operación, en caso contrario dirigirse a la sección “Solución de Alertas y Fallas”, pág. 14.

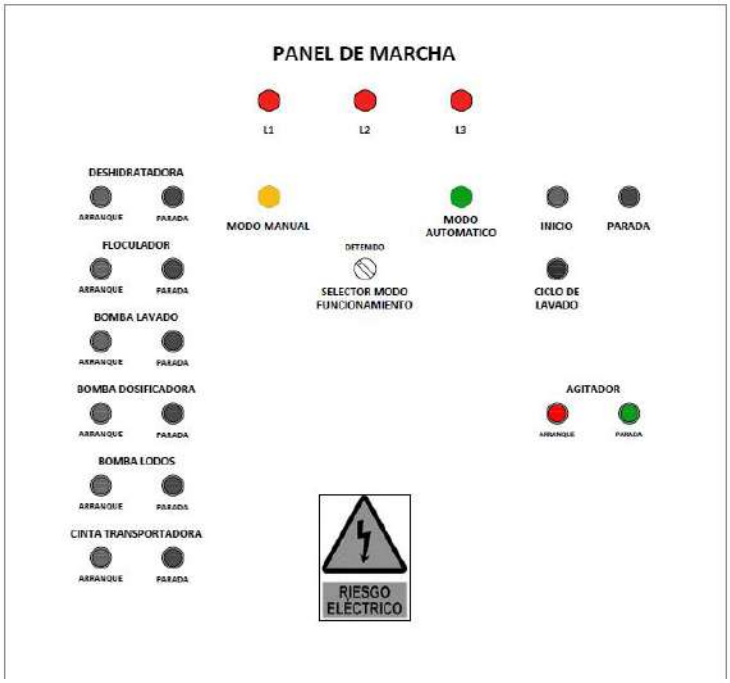
El equipo tiene dos modos de operación, uno manual y uno automático, se describen los mismos:

Modo Automático: Este es el modo en el cual deberá funcionar habitualmente el FDDB. En él se llevan a cabo todos los controles para el correcto y seguro funcionamiento.

Modo Manual: Este es un modo de prueba o mantenimiento del FDDB. No está pensado para el uso en proceso. Su uso requiere de la gran atención por parte del operario ya que están permitidas acciones que pueden dañar de manera severa los componentes de la máquina y/o sus complementos.

Las excepciones a estos modos serán los siguientes motores con estas características:

- M1 – Compresor de aire: Funciona de forma independiente al resto de los motores, ya que este proceso debe permanecer siempre activo a pesar de que el filtro no esté funcionando. Tendrá un interruptor termomágnetico en el interior del tablero el cual debe permanecer activado constantemente salvo parada de emergencia o que se realicen tareas de mantenimiento.
- M8 – Agitador: Funciona de forma independiente al modo de operación de FDDB. Puede ser accionado tanto en manual como automático indistintamente.



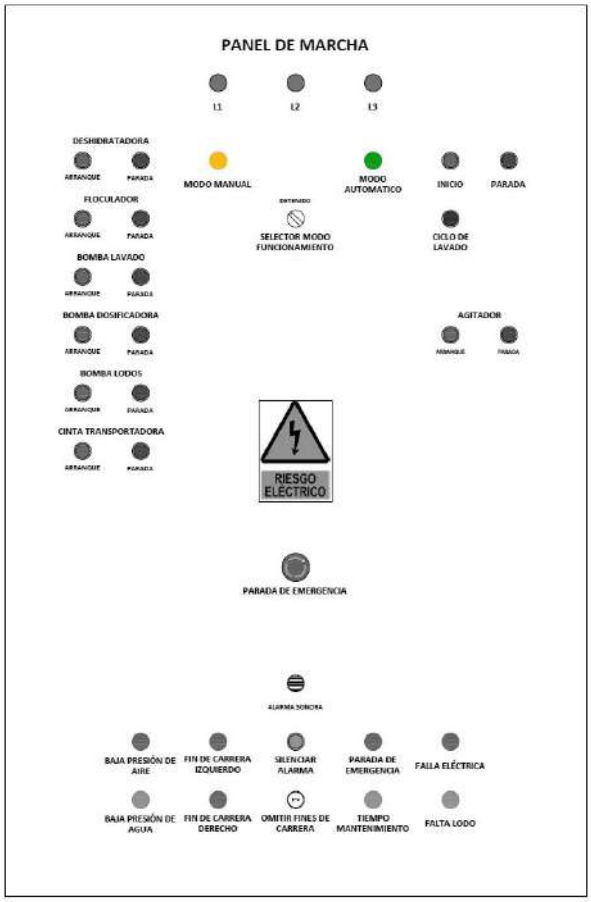
- Alimentación Válvulas: Las mismas permanecen energizadas en ambos modos de funcionamiento.

Inicio del Panel de Comando

Desde el selector ubicado en la zona superior central debe elegir el modo de funcionamiento para comenzar a trabajar con el FDDB.

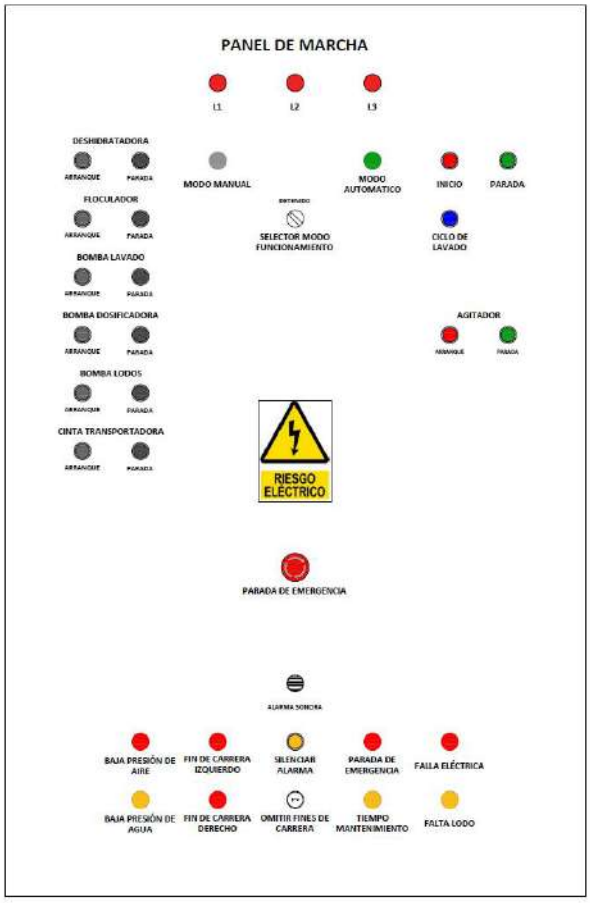
Si se selecciona el modo manual se habilitarán los pulsadores de arranque y parada para cada uno de los motores del sistema.

En cambio si se selecciona el modo automático, se habilitarán los pulsadores de arranque, parada y ciclo de lavado del equipo.



Operación en Modo Automático

Sobre la zona derecha superior se encuentran los botones de inicio y parada de las secuencias correspondientes, al igual que la secuencia de lavado de la máquina.



Iniciar Secuencia de Arranque: los motores arrancarán sincronizadamente en intervalos de dos segundos (configurables), con la siguiente secuencia: M2, M3, M4, M5, M6 y M7.

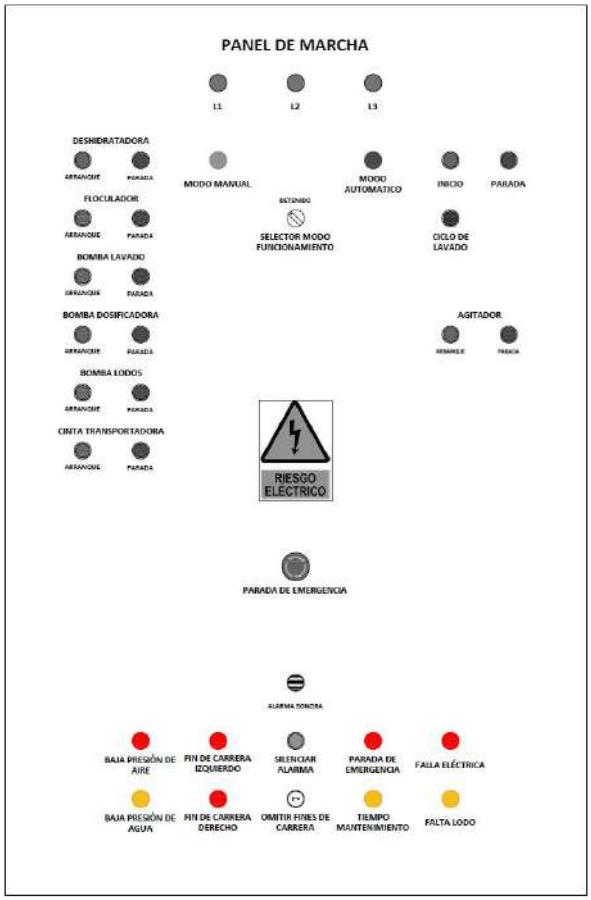
Iniciar Secuencia de Parada (Normal): los motores se detendrán sincronizadamente con la siguiente secuencia: M5, M6 y luego de un intervalo de 5 minutos se detendrán M2, M3, M4 y M7 cuando ya se haya procesado todo el lodo ingresado.

Ciclo de lavado: El ciclo de lavado encenderá por un intervalo de 15 minutos los motores M2,M3, M4 y M7 con lo cual se desalojará el lodo que hubiera quedado en el proceso y se realizará una limpieza de las bandas filtrantes. Si se desea detener el ciclo antes de tiempo, se deberá presionar el pulsador de parada.

Alarmas y Fallas

Si el sistema detectara alguna falla, tomará las acciones correctivas necesarias y mostrará las señalizaciones correspondientes en el frente del panel mediante los indicadores luminosos y sonoros.

El indicador sonoro puede ser deshabilitado con el pulsador correspondiente, como una manera de reconocer el problema, pero el mismo se volverá a habilitar automáticamente para la siguiente falla después de solucionar la alerta y reactivarse el sistema.



Las posibles fallas son las siguientes

Baja presión de aire (retardo de 15 segundos): Si el presostato de aire, ubicado en el interior de tablero neumático, censara una presión inferior a los 5 kg/cm^2 por el lapso configurado, automáticamente el sistema entrará en falla y se detendrá, evitando problemas en el tensado y centrado de las bandas, que pudieran dañar las mismas.

En el inicio y después de una falla la presión deberá ascender a más de 6 kg/cm^2 para conmutar el estado del presostato y habilitar el sistema.

Soluciones: Se deberán verificar los siguientes ítems:

1 – Visualizar en el interior del tablero neumático (ver imagen):

a- Estado de la válvula de alimentación y descarga del circuito.

Siempre debe permanecer abierta durante el funcionamiento de la máquina.

b- Manómetro (izquierdo) indique una presión inferior a la mencionada.

Si este indicara una presión superior, es probable que el manómetro no esté funcionando correctamente o que el presóstato no funcione correctamente.

c- Regulación de la presión de entrada al circuito, superior a la mencionada.

La presión debe regularse en 7 kg/cm^2 en la puesta en marcha inicial, y no volver a modificarse.

Solo si todos estos indicadores son correctos, verificar:

2 – Estado de funcionamiento de Compresor de aire.

3 – Perdidas en Cañerías de alimentación

Baja presión de agua (retardo de 30 segundos configurables): Si el presostato de agua, ubicado en la cañería de salida de la bomba de agua, censara una presión inferior a los 6 kg/cm^2 por el lapso configurado, automáticamente el sistema entrará en falla y se detendrá, evitando problemas en el lavado de la banda.

En el inicio o después de una falla la presión deberá ascender a más de 7 kg/cm^2 para conmutar el estado del presostato y habilitar el sistema.

Soluciones: Se deberán verificar los siguientes ítems:

1 – Visualizar en la cañería de salida de la bomba de agua:

a- Manómetro indique una presión inferior a la mencionada.

Si este indicara una presión superior, es probable que el manómetro no esté funcionando correctamente o que el presostato no funcione correctamente.

b- Estado de la válvula de descarga del circuito.

Siempre debe permanecer cerrada durante el funcionamiento normal de la máquina. Para la limpieza de los picos de lavado de bandas, es recomendable la apertura de dicha válvula durante 15 segundos al menos una vez cada hora.

Solo si todos estos indicadores son correctos, verificar:

2 – Estado de funcionamiento de la bomba de agua.

3 – Cañerías de alimentación de agua a la bomba y cañerías de alimentación de los cajones de lavado.

Falta de flujo de lodo (sensor no provisto por Línea E Ingeniería): Si el flujostato, ubicado en la cañería de alimentación de la bomba de lodos, censara la falta de flujo de lodo, automáticamente el sistema entrará en falla y se detendrá, evitando daños en estator de la bomba de lodos.

Soluciones: Se deberán verificar los siguientes ítems:

1 – Cañerías de alimentación de lodo a la bomba y cañerías de alimentación de los FDDB.

2 – Apertura de las válvulas correspondientes.

3 – Estado de funcionamiento de la bomba de lodo.

Actuación de los fines de carrera de bandas: Si alguno de los fines de carrera, ubicado en los laterales internos (derecho e izquierdo) del Filtro Deshidratador de Doble Banda, censara una desalineación excesiva de cualquiera de las bandas, automáticamente el sistema entrará en falla y se detendrá.

Soluciones: Se deberán verificar los siguientes ítems:

1 – Visualizar en la máquina el estado de las bandas:

a- El grado de desalineación de la banda y la posibilidad de roces contra elementos que puedan dañar la misma.
b- Estado de funcionamiento de los palpadores de banda y sus válvulas asociadas.

Dicha verificación podrá ser llevada a cabo activando manualmente cada uno de los cuatro (4) palpadores y verificando que se accionan las válvulas asociadas y en consecuencia los fuelles correspondientes.

Solo si todos estos indicadores son correctos, iniciar el proceso de centrado de la banda:

DURANTE EL PROCESO SE DEBERÁ PRESTAR ESPECIAL ATENCION SOBRE LA BANDA, DE MANERA DE EVITAR QUE LA MISMA ROCE CON ELEMENTOS QUE LA PUDIERAN DAÑAR.

2 – Desde el panel de operación de la máquina:

a- Pulsar el botón “Omitir sensor de bandas”
b- Pulsar el botón “Modo manual”
c- Sobre el motor M2-Deshidratadora, Pulsar el botón de arranque.
d- Controlar que la banda comience a alinearse correctamente, de lo contrario detener el giro.
e- Si la banda volvió a su posición normal, volver a “Modo Automático” y continuar el proceso.
f- Si la banda no alcanzá la alineación normal, reiterar los pasos ‘a’, ‘b’, ’c’, ‘d’ y ‘e’.

Protección de motores (guardamotores y errores del variador de frecuencia): Si los guardamotores, ubicados en el interior de tablero eléctrico, detectaran una sobrecarga o cortocircuito en cualquiera de los motores, el sistema entrará en falla y se detendrá.

Soluciones: Se deberán verificar los siguientes ítems:

1 – Visualizar en el panel, el motor al cual hace referencia la falla y luego verificar:

a- Estado de funcionamiento de elementos móviles

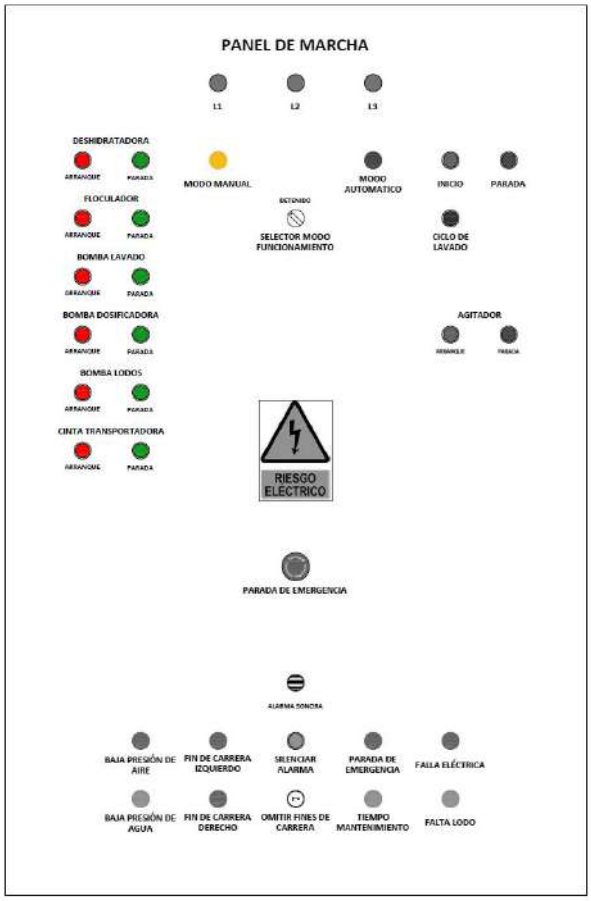
b- Estado de conductores de alimentación

Si todos estos indicadores son correctos, activar el guardamotor correspondiente, y dar inicio al proceso nuevamente.

Accionamiento de las paradas de emergencia: Si alguno de los golpes de puños (ubicados en los lados del FDDB y en las cintas transportadoras) fuera presionado, todos los accionamientos se desenergizarán instantáneamente.
Obviamente no es conveniente su uso si no hay alguna emergencia debido a que la máquina no se detiene en las mejores condiciones para un posterior arranque.
Una vez solucionado el inconveniente, se deberá desenclavar el golpe de puño presionado y dar inicio al ciclo nuevamente.

Modo Manual

Se selecciona desde el selector en la parte central superior, habilitando los pulsadores de arranque y parada en la zona izquierda del panel, desde donde se podrán comandar todos los motores del equipo.



Marcha/Parada: Permite la operación en forma independiente de los motores M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8. En este modo, se permite tener encendido cualquiera de los motores antes descriptos, si no hubiera ninguna falla.

Alarmas y Fallas

Estas se indican en el frente del tablero, pero no detendrán el sistema, por lo que no se recomienda para un uso sin estricto control del sistema por el operario.

Descripción de las fallas mencionadas:

- **Baja presión de agua:** Indica la falla en el tablero, pero permite utilizar la M2-Bomba de lavado y los demás motores.
- **Baja presión de aire:** Indica la falla en el tablero, y No permite operar el filtro (M1-Deshidratador) pero si los demás accionamientos.
- **Fines de carrera de bandas:** Si esta encendido M2 y se activa algún fin de carrera de bandas, este se detendrá. Será posible volver a arrancar únicamente el motor M2 solo si se activa previamente el interruptor "Omitir sensores de banda" ubicado en el frente del tablero, y luego accionar normalmente el pulsador de arranque correspondiente. El motor funcionará por un tiempo de 10 minutos, luego se detendrá automáticamente. Aunque podrá volver a encenderse de la misma manera.
- **Paradas de emergencia:** Detendrá todos los motores de M1 a M8 y no permitirá operar ninguno hasta que la misma sea desactivada.
- **Falta de lodo:** Indica la falla en el tablero, pero permite utilizar la bomba de lodo (M7) y los demás motores también.
- **Protección de los motores:** Indica la falla general en el tablero y detiene el motor con el problema, pero permite utilizar los demás motores.

Funciones especiales

El sistema cuenta con funciones especiales que se describirán posteriormente:

Contador de horas: Llevara un registro de las horas de funcionamiento del FDDB contando el tiempo que permanece funcionando el motoreductor de giro de bandas. El mismo se podrá observar, en funcionamiento normal del equipo, en el interior del gabinete en la pantalla del relé inteligente.

Avisos de mantenimiento: Un contador regresivo de 50 h registrará las horas de funcionamiento. Al alcanzar el límite se activará una señalización lumínica y sonora en el frente del tablero.

La máquina continuará funcionando normalmente, pero el operador deberá programar las tareas de mantenimiento descriptas en la sección *Mantenimiento*. Una vez concluidas dichas tareas se deberá reiniciar el contador desde el interior del gabinete mediante el pulsador para tal fin.

Ciclo de lavado: Enciende por un intervalo de tiempo de 15 minutos los motores M2, M3, M4 y M7 mediante un pulsador en el frente del tablero. Si se desea detener antes del tiempo programado, se deberá pulsar el botón de parada de modo automático. Ver *Operación en Modo Automático (pag. 9).*

Historial de eventos: Guardará una planilla con fecha y hora de los eventos importantes sucedidos en el sistema. Entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Modo de uso
- Marcha/Parada de cada uno de los accionamientos del sistema
- Paradas de emergencia
- Baja presión de aire
- Baja presión de agua
- Falta de Lodo
- Fines de carreras de bandas derecho e izquierdo activados
- Mantenimientos realizados

Dicho historial se grabará en una tarjeta SD compatible con el relé inteligente o también puede ser exportado mediante una conexión de Ethernet a una PC.

¿Qué tarjeta es compatible?

SIMATIC Memory Card o tarjeta SD estándar, máx. 2 G

¿Dónde está?

En el frente del dispositivo. Deberá abrir la tapa protectora con un destornillador plano plástico, donde se encuentra la ranura. En la siguiente imagen se indica la dirección de colocación de la misma.

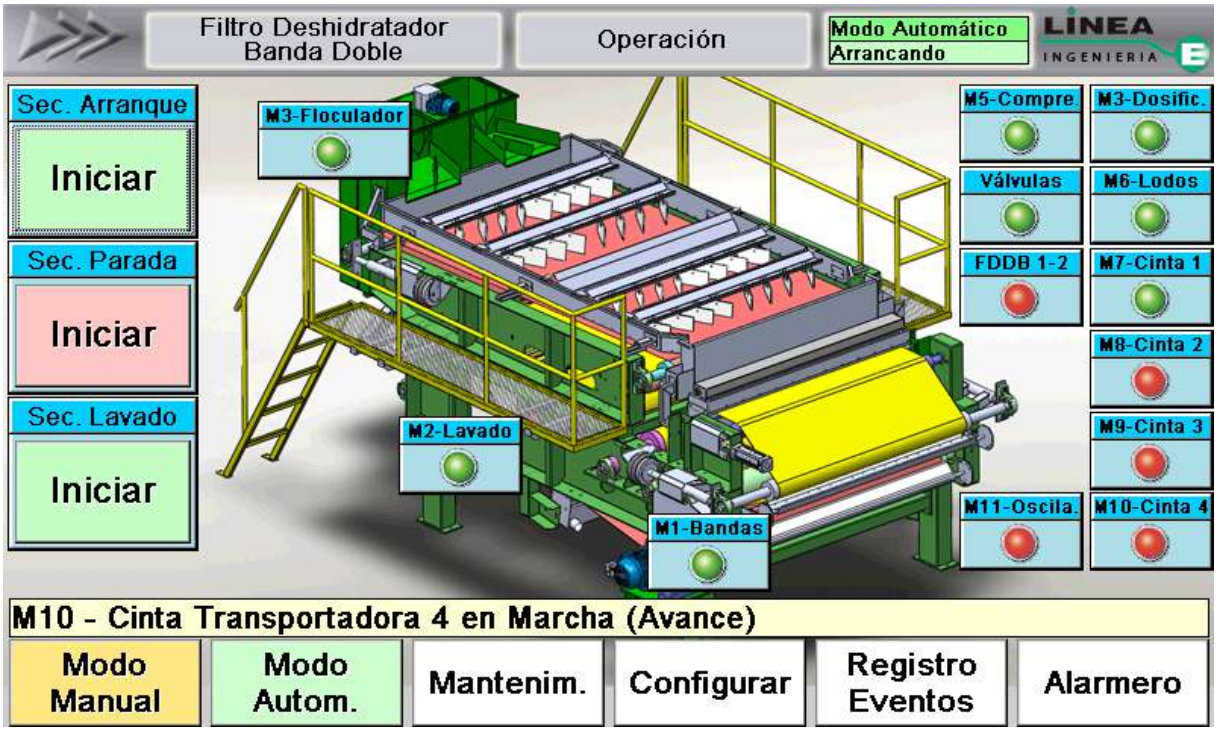
¿Cómo se obtienen los datos mediante Ethernet?

A través del software gratuito LogoSoft v7 de Siemens

¿Para qué sirven estos datos?

A través del análisis de estos datos en cualquier PC, se podrá conocer los modos de uso, determinar fallas, realizar un asesoramiento técnico remoto, control de operadores, generar una estadística general de uso del sistema, etc.

Posibilidad de control a distancia: Mediante una conexión vía Ethernet con el relé inteligente se podrá visualizar el estado de las variables de entrada y salida del sistema.
También se podrá conectar a un sistema SCADA de control (no disponible en la versión estándar).



También se podrá accionar la máquina directamente desde las entradas i23 del relé inteligente. El mismo funcionará en modo automático si están dadas las condiciones para el seguro funcionamiento.

En caso de falla, las salidas Q10 y Q11 están programadas para indicar el estado de funcionamiento del equipo.

A continuación se describe como realizar la conexión remota del equipo mediante borneras:
La entrada i23 al igual que las salidas Q10 y Q11 están disponibles en la bornera de acometida del tablero. Ver imagen interior del gabinete pág.4 referencia 12.
La entrada digital i23 deberá alimentarse con tensiones en el rango de 0-24 Vca. Las salidas Q9 y Q10 son contactos secos con tensiones admisible máxima 220 Vca y corriente 5 A.
Un estado alto en i23 encenderá el equipo en modo automático.
La salida Q9 indicará funcionamiento correcto y Q10 indicará sistema en falla.

Otras opciones de conexión…

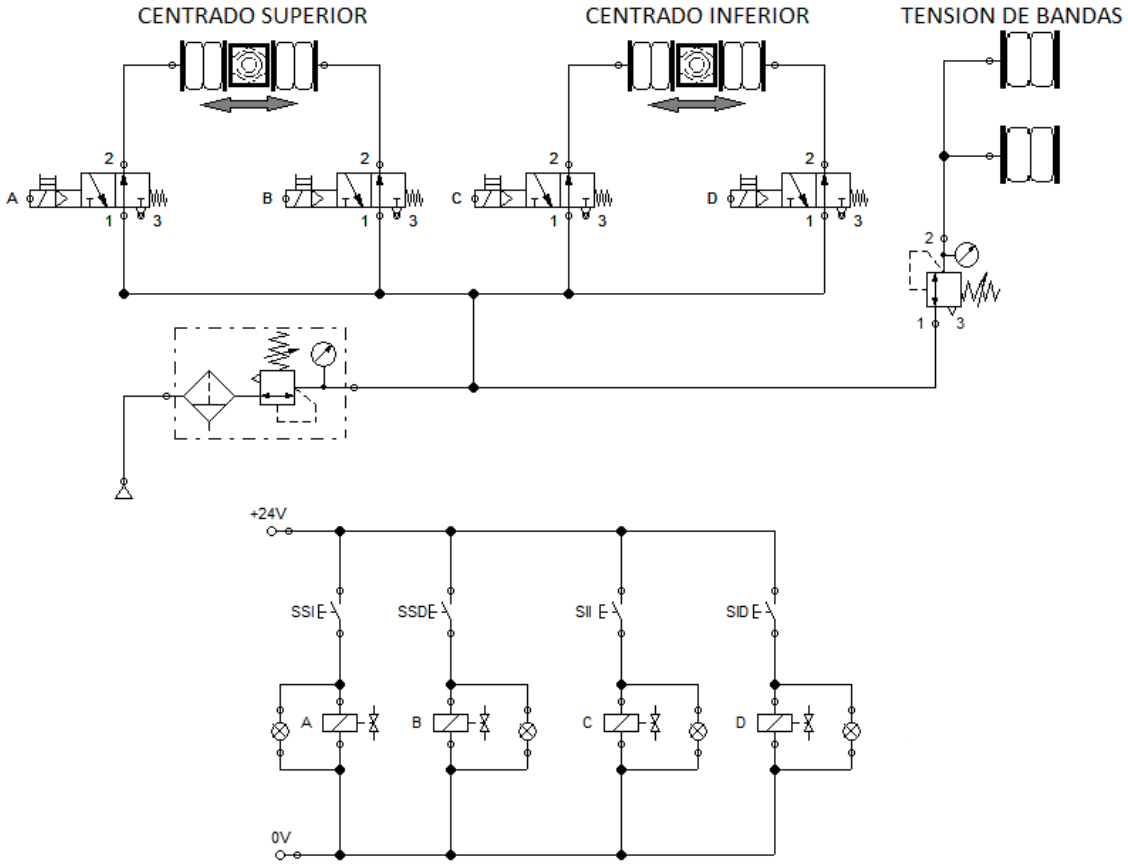
Conexión mediante Ethernet: Puede conectarse hasta con 8 micro PLC logo 0BA7 e interactuar con ellos en las modalidades maestro/esclavo o simplemente como módulos de expansión de entradas y salidas.
También puede conectarse a PLC de la gama superior Simantic S7 y a través de ellos a paneles HMI de monitoreo y control.

Sistema Electro-Neumático

El sistema de tensión y centrado de bandas filtrantes en el Filtro Deshidratador de Doble Banda Línea E Ingeniería® es electro-neumático. El mismo está compuesto por:

- Unidad de Acondicionamiento de aire
- Electroválvulas de centrado
- Palpadores de banda
- Fuelles neumáticos de tensión
- Fuelles neumáticos de centrado

En el siguiente esquema se puede visualizar el circuito general



Operación

Inicio de operación

Previamente el lector deberá haber leído la sección *Tablero Eléctrico - Inicio de Operación…pag.7.*

En la zona lateral del FDDB, dentro de un gabinete estanco de PVC, se encuentra la unidad de acondicionamiento de aire comprimido del equipo. En la siguiente imagen se identifican los componentes del mismo:

A. Válvula de presurización/despresurización
B. Regulador de presión de centrado
C. Manómetro centrado de bandas
D. Contenedor de filtrados
E. Rack de electroválvulas
F. Presostato de aire
G. Regulador de presión de tensado
H. Manómetro de tensado de bandas

Previo a dar inicio al FDDB desde el tablero eléctrico, se deberá habilitar la alimentación de aire comprimido al equipo desde la válvula de presurización (A) y se deberán verificar que las presiones de alimentación de los circuitos se encuentren en los rangos permitidos:

Circuito (Manómetro)	Rango [kg/cm^2]	Estándar [kg/cm^2]
CENTRADO (C)	6 a 7	7
TENSADO (H)	0,5 a 4	2

Es muy importante mantenerse dentro de los rangos especificados para un correcto funcionamiento y larga vida útil del equipo en general. Por este motivo tanto (A) como (G) cuentan con traba de seguridad.

Para aumentar/disminuir la presión de centrado (C) gire en sentido horario/anti-horario la perilla (B) respectivamente, de igual manera para la presión de tensado de bandas (H) con la perilla (G).

Mantenimiento

El vaso recolector de filtrados (D), deberá ser inspeccionado según la sección de "Mantenimiento"…

Habilitación para el inicio desde el tablero eléctrico

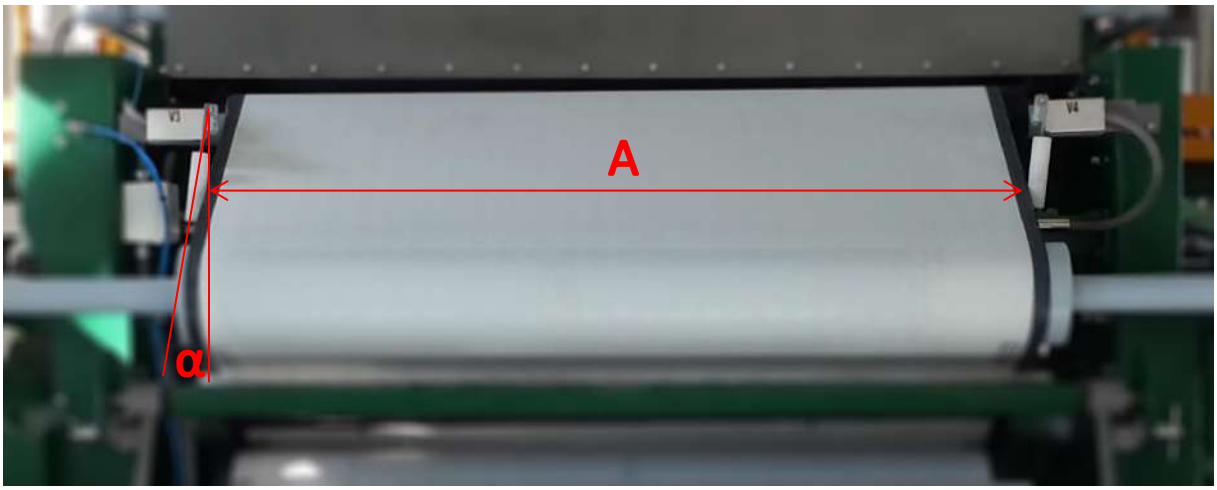
El presostato (F) dará una señal positiva al tablero eléctrico de comando, si la presión censada es mayor a 6 kg/cm^2. Asimismo deshabilitará el sistema si la presión cayera por debajo de los 5 kg/cm^2.

Circuito de centrado de bandas

Este sistema es independiente del tablero de comando, funcionado solo con la alimentación eléctrica y de aire comprimido.
Los palpadores de banda o interruptores eléctricos de fin de carrera, darán las señales a las electroválvulas neumáticas las cuales comandarán los fuelles de centrado de bandas. Ver esquema pág. 3.

Regulación del centrado de bandas

El sistema de centrado cuenta de dos palpadores por banda giratorios, que comandan los fuelles neumáticos encargados de corregir la dirección del rodillo de centrado de cada una de las bandas. En la siguiente imagen se pueden observar los palpadores:



Hay dos puntos fundamentales a respetar para la correcta regulación del sistema de centrados. Son los siguientes:

1. La separación interna de los palpadores *A* debe ser igual al ancho de la banda. Por ej.: 1700 mm
    a. Esta distancia es fija de fábrica y no debe modificarse.
    b. Si se reemplazaran los palpadores por otros con distintas dimensiones, se deberán modificar los soportes para que la misma permanezca inalterada.
2. El ángulo de apertura *α* para el cual se deberá activar el palpador deberá ser igual a α=5°.
    a. La activación de palpador puede denotarse rápidamente por el clásico sonido de “clic” y/o por la descompresión de uno de los fuelles neumáticos de centrado.
    b. Si esta no fuera correcta se deberá corregir de la siguiente manera:
        i. Afloje el bulón que soporta el brazo.
        ii. Extraiga el brazo
        iii. Gire y coloque en brazo según la dirección necesaria.
        iv. Verifique el correcto funcionamiento

Proceda de manera análoga con el conjunto de componentes de centrado de la banda externa.

Regulación de tensado de bandas

Este es uno de los parámetros de puesta a punto en carga del equipo. El mismo modifica la presión ejercida sobre el lodo entre las bandas filtrantes. Es importante mantener la presión de los fuelles de tensado dentro del rango permitido 1 a 4 kg/cm^2 por los siguientes motivos:

- Tensión inferior < 1 kg/cm^2
  - Posibilidad de deslizamiento entre la banda y los rodillos, con lo cual aumenta el desgaste de la misma.
  - Bajo rendimiento del equipo, elevado %SST.
- Tensión Superior > 4 kg/cm^2
  - Grandes esfuerzos mecánicos sobre los componentes móviles del equipo, lo cual ocasiona la rotura o desgaste prematuro de:
    - Rodillos
    - Rodamientos
    - Transmisión
    - Motoreductor
  - Filtración del lodo a través de la banda

Con lo cual la regulación de tensado de las bandas debe realizarse solo por personal capacitado, a fines de lograr un alto rendimiento y larga vida útil del equipo.

Mantenimiento

Instrucciones correspondientes a los controles / intervenciones de mantenimiento

La tabla que sigue resume las intervenciones de mantenimiento periódico y preventivo indispensables para mantener el equipo en condiciones óptimas de eficacia con el paso del tiempo. Se describe sintéticamente después de cuantas horas de trabajo tiene que efectuarse el tipo de intervención aconsejada.

DIARIA o Cada 8 h (ZUMO y Compact)	Vaciar condensado en la unidad filtrante de línea de aire	
	Verificar presión de tensión de bandas	
	Verificar limpieza bandas permeables	
	Verificar funcionamiento de los fines de carrera de bandas	

SEMANAL o Cada 100 h (ZUMO) o 50 h (Compact)	Todos los ítems de inspección diaria, mas…	
	Verificar integridad de las bandas	
	Verificar pérdidas en los circuitos	
	Verificar funcionamiento de los sensores eléctricos	
	Lubricar rodamientos de rodillos	
	Lubricar colisas deslizantes y cremalleras	
	Verificar retenes de la totalidad de los rodillos del equipo	
	Verificar nivel lubricante en equipo motor reductor principal	

TRIMESTRAL o Cada 1500 h (ZUMO y Compact)	Todos los ítems de inspección semanal, mas…	
	Verificar funcionamiento del Tablero Eléctrico en general	
	Verificar sellos de goma de los cajones de lavado, cuña y drenaje	
	Medir espesores de consumibles	

ANUAL o Cada 6000 h (ZUMO y Compact)	Todos los ítems de inspección anual, mas…	
	Revisar permeabilidad de las bandas	
	Revisar desgaste los picos de lavado de bandas	
	Revisar desgaste en rodamientos	
	Revisar desgaste en retenes de cajas de rodamientos	
	Revisar desgaste en transmisión, colisas deslizantes y cremalleras	

El mencionado programa de mantenimiento ha sido programado teniendo en cuenta todos los parámetros de instalación y uso aconsejados por el fabricante. El fabricante aconseja que se mantenga un registro de las operaciones de mantenimiento efectuadas en el equipo.

Vaciar condensado, en la unidad filtrante de línea de aire

1. Acceda al gabinete neumático en el lateral del equipo.
2. Coloque la válvula presurizadora (A) en la posición abierto.
3. Afloje la salida del recolector de condensado (B)
4. Ajuste nuevamente, cuando note que solo sale aire (tiempo 5 segundos aprox.).
5. Cierre la puerta del gabinete.
6. Listo.

Verificar, presión de tensión de bandas

1. Acceda al gabinete neumático en el lateral del equipo.
2. Verifique que la presión (C) de funcionamiento se encuentre dentro del rango permitido: 0 a 4 kg/cm^2
3. De lo contrario, ajuste al valor de trabajo normal. Véase el apartado “Instalación Electro-Neumática” pág. 27.

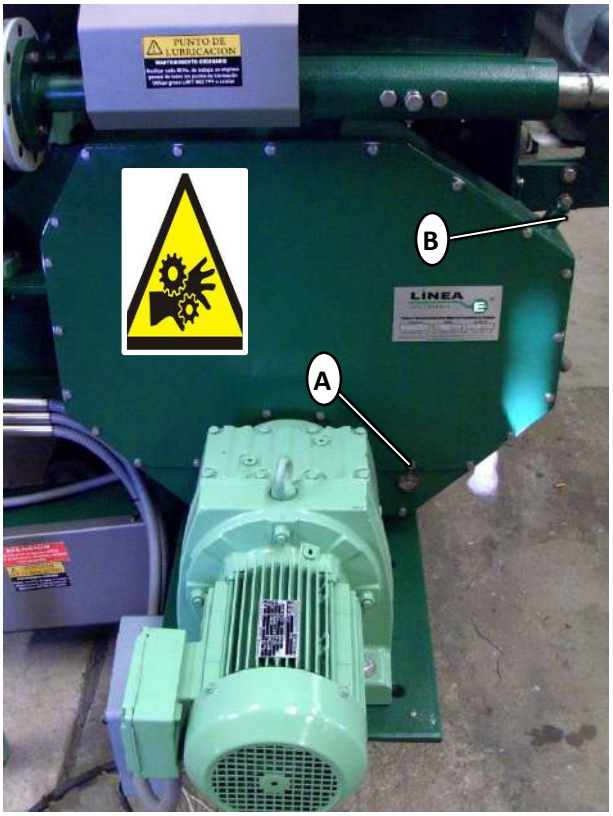
Verificar limpieza bandas permeables

1. Con la máquina en funcionamiento
2. Diríjase a la parte frontal y trasera del equipo
3. Observe las bandas permeables, ver imágenes…

4. Si se notaran líneas o zona sucias en las bandas, realice el auto lavado de las mismas.
    a. Véase “Auto lavado”
5. Si esto no fuera suficiente, extraiga los racks de lavado.
6. Limpie o reemplace los picos de lavado.
7. Listo.

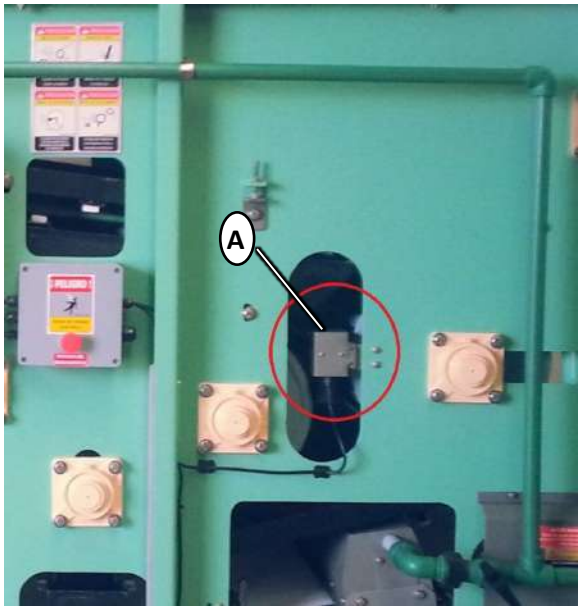
Verificar nivel lubricante en transmisión de equipo moto-reductor principal

1. Se deberá verificar el nivel de lubricante mediante el visor de nivel (A).
2. En caso de ser insuficiente, se deberá rellenar desde el tapón (B).
3. Utilice solo aceite de transmisión ISO VG220 o SAE90. Ver “tabla de lubricación”.
4. Listo.



Verificar funcionamiento de los fines de carrera de bandas

1. Coloque el equipo en funcionamiento manual
2. Si puede observar directamente el tablero eléctrico
    a. Presione los fines de carrera derecho e izquierdo (A)
    b. Observe en el tablero que se indique la falla (B)
3. Si no puede visualizar el frente de tablero eléctrico
    a. Arranque el motor principal
    b. Presione unos de los fines de carrera (A)
    c. El equipo deberá detenerse
    d. Luego repita los pasos a, b y c con el fin de carrera opuesto
4. En caso de no funcionar correctamente, solicite la revisión por un técnico especializado.
5. Listo.



Inspección visual integridad de las bandas

1. Inicie la rotación de las bandas y detenga en una posición que facilite la inspección de las uniones
    a. Verifique integridad de: clips, pasador, termofijado, etc.
2. Repita el procedimiento para la otra banda
3. Con las bandas en movimiento
    a. Verifique la integridad de los bordes: desgaste, cortes, desgarros, etc.
    b. Verifique la integridad de la superficie: cortes, desgarros, agujeros, etc.

Verificar pérdidas en los circuitos de aire y agua

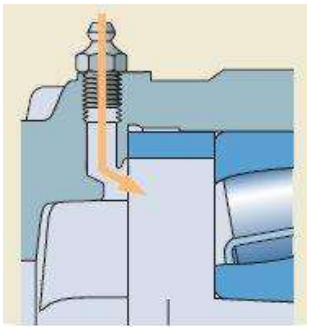
1. Con los circuitos en carga inspeccione:
    a. Uniones: conectores, roscas, bridas, etc.
    b. Mangueras y caños

Verificar funcionamiento de los sensores eléctricos

1. Accionar y verificar en el tablero correspondiente las señales de:
    a. Presostato de agua y aire
    b. Fines de carrera y palpadores de banda
    c. Paradas de emergencia
    d. Flujostato

Lubricar rodamientos de rodillos

Utilizar grasa de viscosidad extremadamente alta a base con aditivos de bisulfuro de molibdeno y grafito. Por ejemplo: SFK LGEV 2.



Lubricar, colisas deslizantes y cremalleras

Utilizar grasa en base a disulfuro de molibdeno.

Verificar retenes de la totalidad de los rodillos del equipo

Inspección visual de la integridad de los retenes.

Verificar funcionamiento del Tablero Eléctrico en general

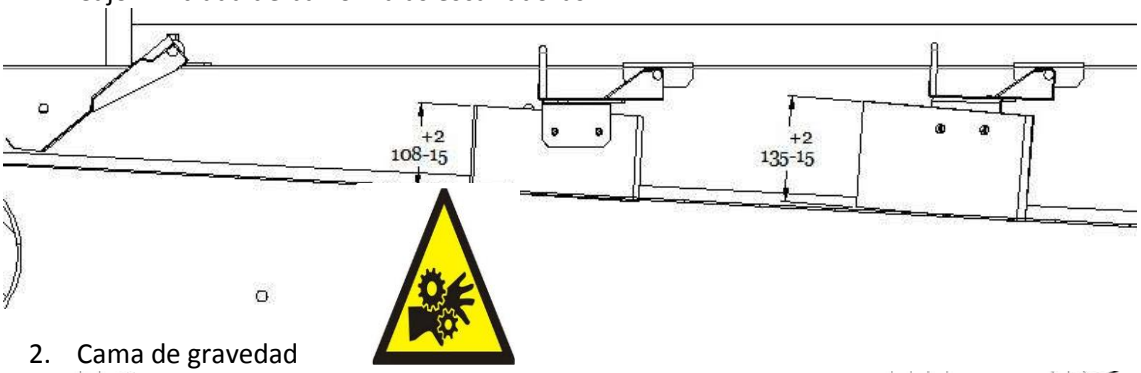
1. Verificar el funcionamiento de:
    a. Pulsadores y selectores
    b. Indicadores luminosos y sonoros
    c. Protecciones termomagnéticas

Verificar sellos de goma de los cajones de lavado, cajón entrada y drenaje

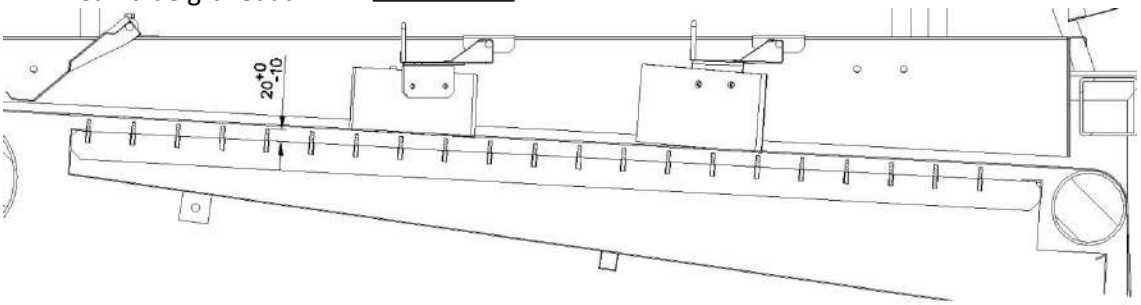
Inspeccionar en busca de pérdidas.

Medir espesores de consumibles

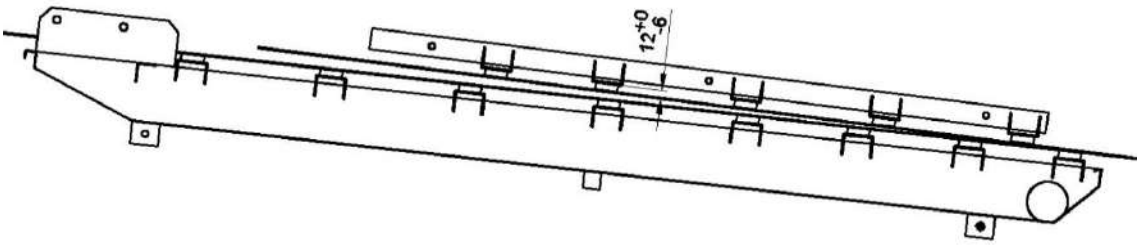
1. Cajón Entrada de barro: Palas escariadoras



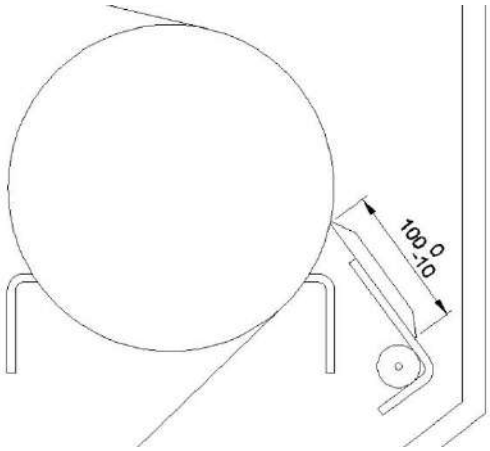
2. Cama de gravedad



3. Zona de cuña



4. Rascadores de lodos



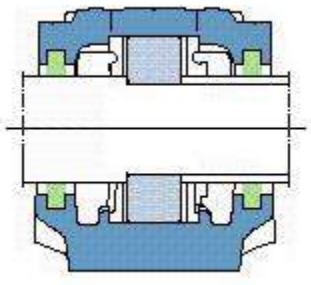
Revisar desgaste de los picos de lavado de bandas

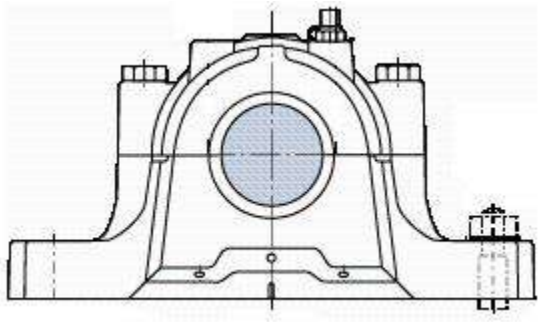
Si el consumo de agua aumentara más allá de los 800 l/h por pico para una presión de 7 kg/cm^2, es necesario reemplazar los elementos de desgastados o el dispositivo completo.

Equipo	Boquillas
Compact 7.0	10
Zumo 1100/Compact 11.0	14
Zumo 1400/Compact 14.0	18
Zumo 1700/Compact 17.0	22
Zumo 2100	26

Revisar desgaste en rodamientos

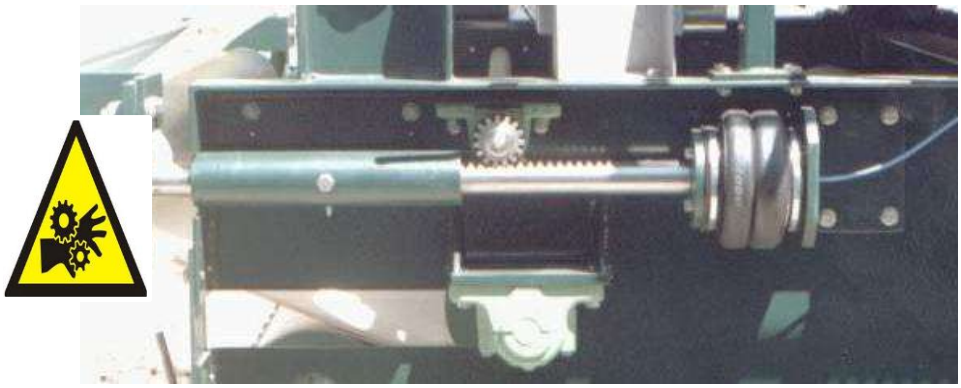
Verifique ruidos irregulares, vibraciones, suavidad en el giro, aumento de la temperatura, escapes de lubricante, correcta alineación y ajuste.





Revisar desgaste en retenes de cajas de rodamientos

Verifique escapes de lubricante.

Revisar desgaste en transmisión, colisas deslizantes y cremalleras

Verifique ruidos irregulares, vibraciones, correcta alineación y ajuste.