

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA
SECADORA DE VIRUTA DE LA FÁBRICA DE TABLEROS
AGLOMERADOS NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

DIEGO FABIÁN GORDILLO MARTÍNEZ

MIGUEL ANGEL TORO JARRÍN

DIRECTOR: ING. JORGE MOLINA

QUITO, MARZO 2005

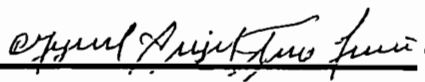
DECLARACIÓN

Nosotros, **Diego Fabián Gordillo Martínez** y **Miguel Ángel Toro Jarrín**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



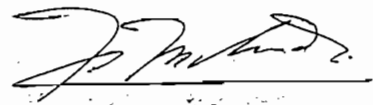
Diego Fabián Gordillo Martínez



Miguel Ángel Toro Jarrín

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Fabián Gordillo Martínez y Miguel Ángel Toro Jarrín, bajo mi supervisión.




Ing. Jorge Molina
DIRECTOR DEL PREYECTO

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Ing. Ignacio Bustamante, Gerente General de Novopan S. A., por brindarnos total apertura, para la elaboración de la tesis de grado.

De igual manera, deseo dejar expresa constancia de mi agradecimiento al Ing. Iván Cola, Asistente de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S. A., por vuestra asesoría y dirección técnica; al Ing. Patricio Páez, Jefe del Departamento de Producción de Novopan S.A. y a todas las personas que conforman el Departamento de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S.A., por su colaboración y confianza.

También agradezco a nuestro director de tesis el Ing. Jorge Molina, quien con su asistencia nos han ayudado a cristalizar nuestras aspiraciones. No deseo pasar por alto, mi total gratitud a mi tía, la Sra. Cumandá Montalvo, por gentileza y ayuda.



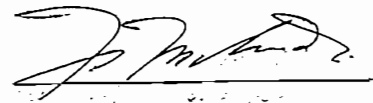
DIEGO FABIÁN GORDILLO MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento al Ing. Iván Cola, Asistente de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S. A., por sus valiosos consejos; al Sr. Cesar Álvarez, Gerente General de Novopan S. A., por haber confiado en nosotros; al Ing.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Fabián Gordillo Martínez y Miguel Ángel Toro Jarrín, bajo mi supervisión.



Ing. Jorge Molina
DIRECTOR DEL PREYECTO

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Ing. Ignacio Bustamante, Gerente General de Novopan S. A., por brindarnos total apertura, para la elaboración de la tesis de grado.

De igual manera, deseo dejar expresa constancia de mi agradecimiento al Ing. Iván Cola, Asistente de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S. A., por vuestra asesoría y dirección técnica; al Ing. Patricio Páez, Jefe del Departamento de Producción de Novopan S.A. y a todas las personas que conforman el Departamento de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S.A., por su colaboración y confianza.

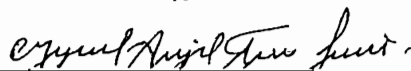
También agradezco a nuestro director de tesis el Ing. Jorge Molina, quien con su asistencia nos han ayudado a cristalizar nuestras aspiraciones. No deseo pasar por alto, mi total gratitud a mi tía, la Sra. Cumandá Montalvo, por gentileza y ayuda.



DIEGO FABIÁN GORDILLO MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento al Ing. Iván Cola, Asistente de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S. A., por sus valiosos consejos; al Sr. Cesar Álvarez, Presidente Ejecutivo de Novopan S. A., por haber confiado en nosotros; al Ing. Ignacio Bustamante, Gerente General de Novopan S. A., por haber sido el primero que creyó, que la consecución de este proyecto, era posible; al Ing. Patricio Páez, Jefe del Departamento de Producción de Novopan S.A., por su apoyo y confianza; a todos los que componen el Departamento de Mantenimiento Eléctrico de Novopan S.A., por su valiosa colaboración; al Ing. Jorge Molina, Director de la Escuela de Ingeniería de la Escuela Politécnica Nacional, quien dirigió este proyecto de titulación y aportó valiosas observaciones en la consecución del mismo. Quiero agradecer, también, a mis tíos, la Sra. Mercedes Toro Vda. de Tomacelli y El Dr. Armando Toro, quienes tuvieron fe en la eventual culminación de mi carrera; a mi tío el Dr. Raúl Jarrín, quien en vida me brindo su consejo, y ahora después de su muerte sigue siendo un ejemplo para quienes lo conocimos. Deseo agregar a estas menciones de agradecimiento a todas aquellas buenas personas que he conocido en mi vida universitaria, por obligarme, con su ejemplo, a procurar ser un mejor ser humano.



MIGUEL ÁNGEL TORO JARRÍN

DEDICATORIA

A mis padres, el Lic. Alonso Gordillo y Lcda. Etna Martínez, quienes supieron colaborar en todo momento con su confianza y estímulo, con el único afán de contribuir a mi superación profesional.

Además a mis hermanos Charles y Elizabeth, en quienes siempre encontré el apoyo para superar, los momentos difíciles.



DIEGO FABIÁN GORDILLO MÁRTÍNEZ

CONTENIDO

RESUMEN

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO 1

| | |
|--|----------|
| EL SISTEMA DE SECADO DE VIRUTA | 1 |
| 1.1 La Producción de tablero aglomerado en NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. | 1 |
| 1.2 Etapas en la producción del tablero aglomerado implementadas en NOVOPAN DEL ECUADOR S.A. | 1 |
| 1.2.1 Generación de partículas (viruta) | 2 |
| 1.2.2 Secado de viruta | 3 |
| 1.2.3 Secador horizontal tipo Jet | 6 |
| 1.2.4 Separación de viruta | 10 |
| 1.2.5 Encolado | 11 |
| 1.2.6 Formación | 13 |
| 1.2.7 Prensado | 14 |
| 1.2.8 Producto final | 15 |

CAPÍTULO 2

| | |
|---|-----------|
| DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA | 16 |
| 2.1 Máquinas y/o elementos a controlar | 16 |
| 2.1.1 Máquinas o elementos involucrados en el nuevo tablero de control | 16 |
| 2.1.2 Máquinas o elementos no involucrados en el nuevo tablero de control | 17 |
| 2.2 Diseño de los circuitos de fuerza | 19 |
| 2.2.1 Característica de placa de los motores | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.2.2 | Configuración adoptada para cada circuito derivado | 20 |
| 2.2.3 | Dimensionamiento de alimentadores | 21 |
| 2.2.4 | Dimensionamiento de fusibles | 22 |
| 2.2.5 | Dimensionamiento de contactores | 24 |
| 2.2.6 | Dimensionamiento de relés térmicos de sobrecarga | 25 |
| 2.2.7 | Dimensionamiento del disyuntor general | 28 |
| 2.2.8 | Dimensionamiento del variador de velocidad y arrancador suave | 28 |
| 2.3 | Tabla de resumen de valores estándares especificados | 30 |
| 2.4 | Diagrama unificar del sistema de fuerza | 31 |

CAPÍTULO 3

| | | |
|--------------------------------------|---|----|
| DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL | 32 | |
| 3.1 | Control de temperatura de la salida de la secadora | 32 |
| 3.1.1 | Función de transferencia | 32 |
| 3.1.1.1 | Constante de tiempo del sistema | 34 |
| 3.1.2 | Algoritmo de control | 37 |
| 3.2 | Elementos constitutivos del proceso de secado | 38 |
| 3.2.1 | Banda de transporte de viruta húmeda | 38 |
| 3.2.2 | Compuerta de carga | 38 |
| 3.2.3 | Secadora de tubo con tobera | 38 |
| 3.2.4 | Eje de rastrillos | 39 |
| 3.2.5 | Ventilador de gases de recirculación | 40 |
| 3.2.6 | Tuberías del material y gases calientes desde la salida de la secadora hasta el separador | 40 |
| 3.2.7 | Separador | 40 |
| 3.2.8 | Compuerta de descarga | 40 |
| 3.2.9 | Tornillo sin fin cono – zaranda | 40 |
| 3.2.10 | Tubería del gas caliente a la cámara de mezcla | 42 |
| 3.2.11 | Cámara de mezcla | 42 |
| 3.2.12 | Tubería de gas caliente desde la cámara de combustión a la entrada de la cámara de secado | 42 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2.13 | Cono de gas caliente (F) y chapaleta de la chimenea de emergencia (G) | 43 |
| 3.2.14 | Chapaleta en la tobera (A) | 43 |
| 3.2.15 | Chapaleta en el canal (B) | 44 |
| 3.2.16 | Chapaleta de arranque (E) | 45 |
| 3.2.17 | Chapaletas de regulación en la recirculación de aire caliente (C y D) | 46 |
| 3.2.18 | Sistema de combustión combinada de aceite y polvo de madera | 46 |
| 3.2.19 | Sistema para generar la chispa de encendido | 48 |
| 3.2.20 | Sistema de dosificación de polvo de madera | 49 |
| 3.2.21 | Sistema de dosificación de combustible líquido | 51 |
| 3.2.22 | Sistema hidráulico en el silo de almacenamiento 4 | 52 |
| 3.3 | Dispositivos de control | 54 |
| 3.4 | Equipos de medición y regulación | 55 |
| 3.4.1 | Supervisor de temperatura a la salida de la secadora (B) | 55 |
| 3.4.2 | Supervisor de temperatura a la entrada de la secadora (A) | 55 |
| 3.4.3 | Supervisor de temperatura en la cámara de combustión (E) | 56 |
| 3.4.4 | Supervisor de temperatura del medio sustitutivo (C) | 57 |
| 3.4.5 | Supervisor de la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida de la secadora (D) | 57 |
| 3.4.6 | Sensor de presión de aire del sistema de mando neumático | 59 |
| 3.4.7 | Sensor de presión de agua de extinción | 59 |
| 3.4.8 | Sensor de nivel de bunker en el tanque diario | 59 |
| 3.4.9 | Sensor de nivel de aceite en el tanque para el sistema hidráulico | 59 |
| 3.4.10 | Supervisor de presencia y calidad de llama en la cámara | 60 |
| 3.4.11 | Estado de sobrecarga de todos los motores involucrados | 65 |
| 3.4.12 | Supervisor de fase | 65 |
| 3.4.13 | Sensor de apertura máxima de la chapaleta de aire | 66 |
| 3.4.14 | Supervisor de aire de combustión | 66 |
| 3.4.15 | Sensor de temperatura mínima para el bunker | 66 |
| 3.4.16 | Supervisor del estado de las bombas de combustible | 66 |
| 3.5 | Seccionamiento del sistema de secado de viruta | 67 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5.1 | Sección 1 (Secador) | 69 |
| 3.5.2 | Sección 2 (Aire de combustión) | 69 |
| 3.5.3 | Sección 3 (Quemador) | 69 |
| 3.5.4 | Sección 4 (Aporte de polvo de madera) | 70 |
| 3.5.5 | Sección 5 (Aporte de viruta húmeda) | 70 |
| 3.6 | Secuencia de encendido y apagado del sistema | 71 |
| 3.6.1 | Secuencia de encendido en modo automático | 72 |
| 3.6.2 | Secuencia de apagado en modo automático | 80 |
| 3.6.3 | Operación en modo manual | 87 |
| 3.6.4 | Sistema de señalización | 89 |
| 3.7 | Determinación de las entradas y salidas del sistema de control implementado | 90 |
| 3.7.1 | Entradas tipo discretas (On/Off) | 91 |
| 3.7.2 | Salidas tipo discretas (On/Off) | 93 |
| 3.7.3 | Entradas analógicas | 96 |
| 3.7.4 | Salidas analógicas | 96 |
| 3.7.5 | Recursos de E/S discretas y analógicas | 96 |
| 3.8 | Selección del PLC | 97 |
| 3.8.1 | Requerimientos del PLC | 97 |
| 3.8.2 | PLC seleccionado | 98 |

CAPÍTULO 4

| | | |
|-------|---|-----------|
| | CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ DEL OPERADOR | 99 |
| 4.1 | La interfaz gráfica Siemens TP070 | 99 |
| 4.1.1 | Factores considerados para la selección de la interfaz de operador | 99 |
| 4.1.2 | Evaluación de cada factor | 100 |
| 4.2 | Configuración de la interfaz gráfica | 101 |
| 4.2.1 | Criterios utilizados en la configuración de la HMI | 101 |
| 4.2.2 | Conocimientos básicos acerca del TP Designer | 101 |
| 4.3 | Configuración de pantallas para el proceso de secado de viruta húmeda | 104 |

| | | |
|---------------------------------------|---|------------|
| 4.3.1 | Variables consideradas | 104 |
| 4.3.2 | Agrupación de las variables | 106 |
| 4.3.3 | Configuración de pantallas | 106 |
| 4.3.4 | Aparición de cada pantalla | 111 |
| 4.3.5 | Jerárquía de cada pantalla | 113 |
| | | |
| CAPÍTULO 5 | | |
| MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS | | 119 |
| 5.1 | Montaje | 119 |
| 5.1.1 | Equipos y dispositivos del nuevo tablero de control | 119 |
| 5.1.2 | Dimensiones y características del tablero de control | 123 |
| 5.1.3 | Montaje de elementos en el tablero de control | 125 |
| 5.1.3.1 | Montaje de dispositivos del sistema de fuerza | 125 |
| 5.1.3.2 | Montaje de dispositivos del sistema de control | 127 |
| 5.1.4 | Montaje del tablero de control en el campo | 134 |
| 5.2 | Instalación | 134 |
| 5.2.1 | Instalación eléctrica del circuito de fuerza | 134 |
| 5.2.2 | Instalación eléctrica del circuito de control | 136 |
| 5.3 | Pruebas y resultados | 142 |
| 5.3.1 | En funcionamiento manual | 142 |
| 5.3.2 | En funcionamiento automático | 143 |
| 5.3.3 | Control de la temperatura de la secadora | 149 |
| 5.3.4 | Humedad del material | 152 |
| 5.4 | Comparación entre el sistema antiguo y el nuevo sistema instalado | 154 |
| | | |
| CAPÍTULO 6 | | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 162 |
| | | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 165 |
| | | |
| ANEXOS | | 166 |

RESUMEN

El presente proyecto, está dividido en 6 capítulos y anexos, estos últimos contienen los planos de control y de fuerza además de información técnica que fue utilizada para la implementación de la instalación; por otro lado, el contenido de los capítulos describe la forma como fue llevada a cabo la modernización del proceso de secado de viruta para la elaboración de tableros aglomerados en la fábrica Novopan del Ecuador S.A.

El capítulo 1, trata de manera general todas las etapas por las que debe pasar la madera para la elaboración de tableros aglomerados, poniendo especial énfasis, en la etapa de secado de viruta. El capítulo 2, muestra los criterios de diseño que se siguieron para implementar los circuitos de fuerza que comandan y protegen los motores del caldero que genera el calor necesario para el secador. El capítulo 3, incluye, la obtención de la función de transferencia del sistema, el diseño del control en base al comportamiento del sistema frente a una entrada paso de combustible, una descripción de todos los actuadores, elementos de mando y de medida que son necesarios para la operación de todo el sistema, los diagramas lógicos que gobiernan el comportamiento del control y los requerimientos y criterios de selección del PLC que se utilizó en el proyecto. El capítulo 4, trata sobre algunos conocimientos básicos sobre la configuración de la interfaz hombre máquina TP 070, además de describir brevemente las pantallas que son mostradas en la interfaz y la forma cómo se llevó a cabo la aparición interactiva de éstas, de acuerdo a condiciones de falla y de funcionamiento. El capítulo 5, hace mención de los parámetros y normas que se siguieron para la instalación y armado del nuevo tablero de control, así como también, todas las pruebas que fueron llevadas a cabo para comprobar condiciones de falla y de funcionamiento normal de la instalación, además de la calibración del control de temperatura de salida del secador y la comparación entre el nuevo y el antiguo sistema de control. Finalmente el capítulo 6, contiene las conclusiones a las que nos llevó el diseño y las pruebas del sistema, y las recomendaciones que ponemos a consideración, para futuras mejoras de la instalación, fundamentalmente en cuanto a su operación.

PRESENTACIÓN

El objetivo fundamental, del este proyecto, es el de modernizar el control sobre el sistema de secado de viruta húmeda en la fábrica de tableros aglomerados Novopan del Ecuador S.A.

Se realizó el estudio del diseño original de la planta, y con este conocimiento se rediseñó toda la lógica de control que gobierna el funcionamiento de la instalación que incluye; el secador, compuesto de seis máquinas rotativas comandadas por motores de inducción jaula de ardilla, el caldero con sus tres ventiladores de transporte y de aire combustible, el sistema de generación de chispa de arranque del caldero, el control para el establecimiento y supervisión de la llama, el control sobre la dosificación del aceite combustible, el control sobre la dosificación del combustible sólido, y el control sobre el movimiento del brazo hidráulico que impide el estancamiento del combustible sólido en su silo de almacenamiento. Todo esto utilizando nuevos aparatos de control, fundamentalmente el PLC que reemplaza al tablero electromecánico antiguo, nuevos reguladores de temperatura mínima y máxima, nuevo supervisor de llama, combinados con aparatos antiguos los cuales fueron adecuados al nuevo control.

CAPÍTULO 1

EL SISTEMA DE SECADO DE VIRUTA

1.1 LA PRODUCCIÓN DE TABLERO AGLOMERADO EN NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.

La producción de tableros aglomerados en todas sus variantes inició con pruebas de laboratorio para comprobar su durabilidad, flexibilidad e impermeabilidad.

Una vez establecida la forma de fabricación de estos tableros, se dio inicio a las primeras fábricas en Europa a principios de 1940.

Muchas personas eran involucradas en el proceso, la producción era lenta y con constantes fallas en la producción, pero el advenimiento de la tecnología en el campo de la automatización de procesos, ha dado una nueva perspectiva a la industria de la madera tratada.

Hoy en día, muchas plantas operan con un mínimo de personas trabajando en la línea de producción; no obstante, detrás de lo evidente, existe un número de técnicos, altamente calificados que diseñan, construyen y mantienen los sistemas dentro de parámetros de rendimiento y seguridad.

Con el fin de ubicarnos en que etapa del proceso se intervino para ejecutar este proyecto de titulación, describiremos brevemente cada una de ellas.

1.2 ETAPAS EN LA PRODUCCIÓN DEL TABLERO AGLOMERADO IMPLEMENTADAS EN NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.

Las fases por las que debe ser tratada la madera para la fabricación de tableros aglomerados son las siguientes:

- Generación de partículas (viruta)
- Secado de viruta
- Separación de viruta
- Encolado
- Formación
- Prensado
- Producto final

A continuación explicaremos de manera general cada una de las etapas.

1.2.1 GENERACIÓN DE PARTÍCULAS (VIRUTA)

Las partículas necesarias para la producción de tableros aglomerados son, en ocasiones, obtenidas de alguna otra parte fuera de la planta, particularmente de retazos vendidos por fabricantes de muebles y producto terminado. Retazos, sobrantes y aserrín tomados de otras plantas, son parte de la materia prima.

Sin embargo, una parte de la viruta utilizada es generada tratando madera en la propia planta con el objeto de utilizar las características que más se adapten a las necesidades del tablero aglomerado. El mejor tipo de viruta es la obtenida de algún tipo específico de madera cruda.

Es diversa la maquinaria que ha sido diseñado con este propósito, yendo desde las astilladoras para la reducción de grandes piezas hasta molinos de roce para obtener fibra.

Las condiciones para generar la viruta son determinadas por las características de fortaleza, humedad y tamaño de la madera cruda.

Para obtener tableros con dureza, superficies lisas y texturas uniformes, es necesario tener material homogéneo con un alto grado de delgadez, sin partículas con excesivo tamaño, sin astillas y sin polvo.

Con respecto a los motores impulsores de estos molinos son preferibles siempre aquellos de gran potencia y tamaño, no solo porque tienen mayor tolerancia a sobrecargas de corta duración, sino porque también permiten una generación de

partículas en mayor volumen, importante para el abastecimiento de material a la línea de producción.

1.2.2 SECADO DE VIRUTA

En pocas ocasiones, en una planta, se encontrará material con humedad suficientemente baja como para ser utilizado directamente en la elaboración del tablero aglomerado. Casi la totalidad de plantas productoras de tablero aglomerado poseen un sistema de secado de viruta como parte integrante de su línea de producción.

Antes de 1958, el secado de la viruta, se llevaba a cabo de forma segura con bajas temperaturas, pero era un proceso lento, en contraste con los sistemas actuales que permiten secar material en minutos e incluso en segundos, sometiendo al material a altas temperaturas.

El principal objetivo de esta etapa es conseguir humedad homogénea del material a la salida de la cámara de secado, minimizando costos de producción y peligro de explosión o de incendio.

Todos los sistemas de secado de material en la industria consisten, casi sin excepción, en generar una alta velocidad relativa de los gases calientes con el material a secar. De esta forma se logra un mayor rendimiento de la instalación, debido a una mejor transferencia de calor.

Los modernos sistemas incluyen un tambor de gran tamaño por donde entra el material, y una tobera en la parte lateral del tambor por donde entra el gas caliente a gran velocidad con el objeto de, con el movimiento, exponer a toda la superficie de la partícula a alta temperatura durante un período muy corto de tiempo.

A continuación son explicados algunos factores que deben ser considerados al momento de diseñar y operar un sistema de secado de viruta.

➤ *Contenido promedio de humedad inicial*

La cantidad de humedad en el material afecta directamente a los costos de producción en lo que respecta al secado de la viruta. Una humedad elevada

requerirá de equipos que generen una mayor cantidad de calor, consecuentemente la instalación del equipo será más costosa. Además, un mayor requerimiento de calor exige un mayor gasto de combustible.

En conclusión, la humedad inicial del material en comparación con la humedad esperada a la salida del secador, determinará el tamaño del equipo así como también del quemador y la cámara de secado.

➤ *Variación de contenido inicial de humedad*

Si la variación de la humedad del material de entrada a la secadora, es muy alta, el equipo de secado deberá responder apropiadamente para contrarrestar estos cambios de carga en el sistema. Por tanto, este factor es importante al momento de diseñar el quemador, de forma de satisfacer la demanda de calor en un rango más amplio que la variación de humedad de entrada a la cámara. Adicionalmente, el sistema de control tendrá que actuar sobre la aportación de combustible de forma rápida, manteniendo el sistema de manera estable, a fin de lograr la humedad promedio deseada.

➤ *Geometría de las partículas*

El tamaño y la forma de las partículas del material influyen también en el funcionamiento del equipo de secado. Por ejemplo, si el tamaño del material es excesivo o si la forma de las partículas es irregular, deberá aumentar el tiempo de permanencia del material en el interior de la cámara de secado.

➤ *Condiciones ambientales*

Las condiciones ambientales afectan a la humedad del material deseado, consecuentemente en la operación de la maquinaria se deben hacer reajustes en cuanto a la temperatura de salida como al tiempo de permanencia del material dentro de la cámara de secado.

➤ *Sistema de alimentación a la cámara de secado*

La forma de introducir el material dentro de la cámara de secado puede afectar a la uniformidad de la humedad del material final. Una variación importante del

volumen de entrada podría ser tomado como una variación de humedad, lo cual es equivocado para el caso, puesto que ocasionaría una variación inapropiada del calor de entrada al sistema, lo que podría volver al sistema muy inestable y la humedad de salida de las partículas no sería satisfactoria.

Para evitar esto se debe asegurar que el sistema de transporte de entrada de material a la secadora sea lo más uniforme posible, de tal forma que las variaciones de humedad que perciba el sistema sean, por efecto, exclusivamente del material mismo y no por variaciones volumétricas.

➤ *Problemas de incendio*

Uno de las mayores preocupaciones de los diseñadores de sistemas de secado de madera en movimiento y con alta temperatura, es el riesgo constante de incendio en la cámara de secado. Es imprescindible por tanto, implementar la instrumentación necesaria para detectar indicios de incendio, así como equipos de extinción y evacuación del material de forma rápida para no comprometer a otras fases del proceso.

Un valor elevado de temperatura, más allá del límite permitido y necesario para obtener un material seco, será la condición previa para un incendio en la cámara. En este caso, el sistema de transporte de material a la salida de la cámara, debe desechar este material de forma de evitar que el incendio llegue hasta el separador o peor aún a los silos de almacenamiento previo al encolado. Mediante este método se evita el tener que introducir agua dentro de la cámara para extinguir un incendio o bajar la temperatura, puesto que esta acción ocasiona un choque térmico que deteriora las paredes de la cámara, aumentando los costos de mantenimiento.

Otros métodos para controlar este importante factor, deben ser llevados a cabo. Por ejemplo, aislar al fuego que sale de la cámara de combustión a la cámara de secado, lógicamente conservando el transporte de calor, disminuye ostensiblemente el riesgo de fuego en la cámara.

Considerando que las cámaras de combustión y de secado deben estar cerca, se han diseñado sistemas que realimentan el aire de forma de evitar que las llamas generadas en la combustión, toquen al material en el secador.

La entrada de la cámara de secado está muy cerca de la salida de la cámara de combustión, una realimentación de aire caliente sobre este punto influye directamente en la cantidad de oxígeno existente, por tanto las llamas se extinguen antes de topar el material de entrada. Además, si se mantiene circulando aire a alta velocidad dentro de la cámara, se disminuye el oxígeno, entonces, aunque existe el comburente y la alta temperatura para generar llama, no existe el oxígeno necesario.

1.2.3 SECADOR HORIZONTAL TIPO JET

Este tipo de secador fue desarrollado en la ex_República Federal Alemana y fue ampliamente utilizado en todo el mundo. La figura 1.1 muestra una fotografía de un secador horizontal tipo jet.

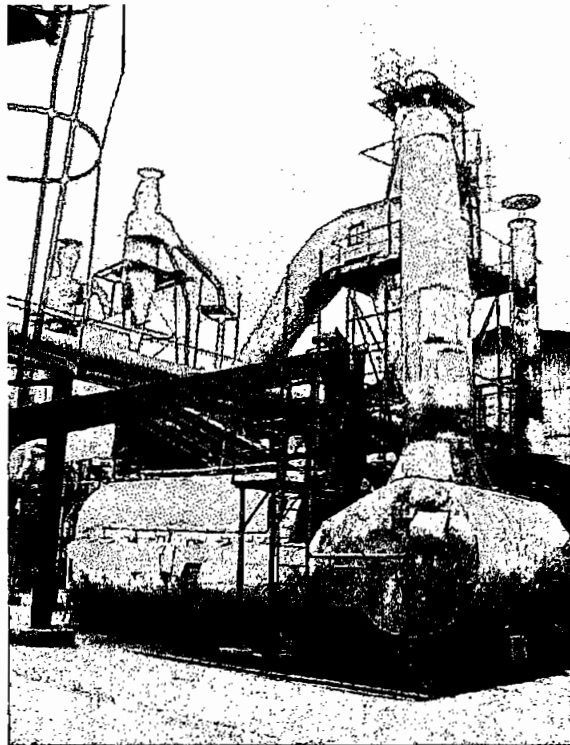


Figura 1.1 Secador tipo jet (Novopan del Ecuador S.A. 2004).

El material entra en un tambor estacionario y el aire caliente es soplado a través de hendiduras distribuidas por toda la longitud de la cámara. Con ayuda de remos o rastrillos se mueve helicoidalmente el material a lo largo de toda la cámara, a fin de que toda la superficie de las partículas se someta al aire caliente.

Este tipo de sistema de secado se compone fundamentalmente de cuatro etapas. La unidad generadora de calor, la secadora tipo tambor, el ventilador de aire de recirculación y el ciclón colector.

La fuerza que genera el ventilador hace que el aire circule por todo el interior del sistema, desde la cámara de combustión hasta el ciclón colector, pasando por el secador propiamente dicho, para realimentarse nuevamente con la fuente generadora de calor.

El aire caliente entra en la cámara de secado tangencialmente generando rotación del material tal como se muestra en la figura 1.2.

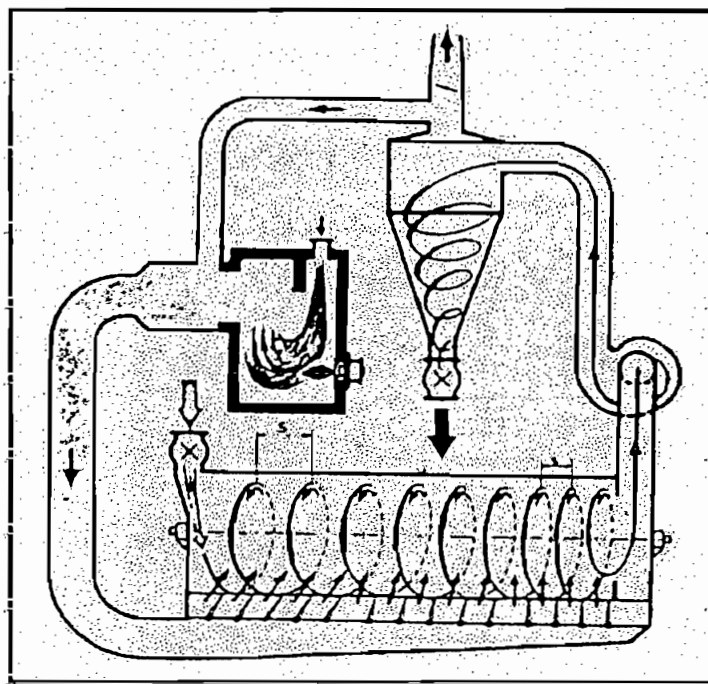


Figura 1.2 Movimiento del aire de recirculación dentro del sistema de secado.

(Maloney 1977).

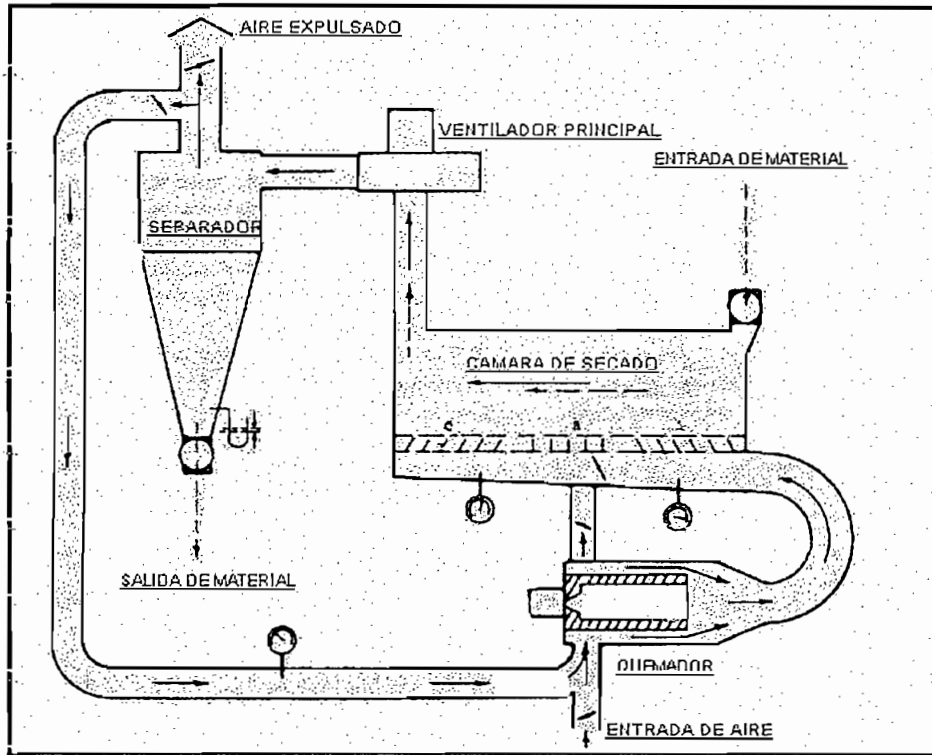


Figura 1.3 Esquemático de una secadora tipo jet. (Maloney 1977).

Parte del aire es devuelto al proceso, realimentándolo a la salida de la cámara de secado y la parte restante es expulsado a la atmósfera, esto se lleva a cabo en la parte superior del ciclón por medio de chapaletas que permiten el paso de aire.

En el ciclón, el aire es separado del material cuando este último es precipitado hacia la base del cono separador, mientras que los gases son expulsados a la atmósfera o realimentados al sistema.

Las chapaletas de distribución y paso de aire caliente a través de la secadora son de gran importancia para el control del proceso de secado. Estas determinan el ángulo de giro del material dentro del tambor, la velocidad del material así como también el tiempo de permanencia de éste dentro de la cámara. La posición variará dependiendo del tamaño y de la forma de las partículas, así por ejemplo material fino necesita menor permanencia dentro de la cámara y lo contrario para material más grueso.

La humedad del material de entrada también determina la posición de las chapaletas, mientras sea mayor la humedad, mayor tiempo de permanencia será necesario.

Para una efectiva operación de la secadora tipo jet, se debe controlar la temperatura de salida de la secadora, el tiempo de permanencia del material dentro de la cámara y la cantidad de aire de recirculación, lo que se logra por medio de las chapaletas de recirculación ubicadas en la precámara y después del ciclón.

El combustible utilizado para la generación de calor es diesel en el arranque del quemador y bunker, combinado con polvo de madera, durante el funcionamiento.

Para disminuir el riesgo de incendio en la cámara de secado, las chapaletas de entrada están, preferiblemente, más abiertas que las de la salida, de forma que el material no pueda quedarse mucho tiempo en este lugar, considerando que la temperatura a la cual se incinera la madera es de alrededor de 232° C y que estos tipos de secadoras manejan temperaturas de entrada de la secadora de entre 700° a 750 ° F (371° a 399° C). No obstante, la humedad del material que entra es relativamente alta, de forma que aunque exista alta temperatura, el material no está seco como para prenderse. De aquí la importancia de almacenar el material a secarse en un lugar fresco a fin de mantenerlo suficientemente húmedo. Si éste no es el caso, deberá mezclarse con material de humedad mayor para lograr una humedad promedio aceptable.

Adicionalmente los gases de recirculación usualmente son gases inertes como por ejemplo nitrógeno, dióxido de carbono, o vapor de agua, y no oxígeno, lo que minimiza el riesgo de incendio.

En caso de exceso de temperatura a la salida de la secadora, se detiene la generación de calor y el material, en lugar de transportarse a la siguiente etapa del proceso, se desecha. Adicionalmente, un sistema de emergencia ducha la precámara de secado de forma de disminuir rápidamente la temperatura y se

abren las chapaletas para que el material dentro de la cámara sea evacuado rápidamente.

1.2.4 SEPARACIÓN DE VIRUTA

En la mayoría de plantas fabricadoras de tableros aglomerados, existe un sistema de tamizado o separación de partículas. Los métodos son múltiples, pero en general el objetivo es separar a la viruta por su forma o por su peso por medio de tamizadores o por circulación de aire a alta velocidad, respectivamente.

Las pequeñas partículas son usualmente usadas en el proceso directamente, mientras que las grandes son realimentadas al sistema generador de partículas descrito en el acápite 1.2.1.

Un sistema de separación de viruta debe permitir que el trabajo se lo realice sobre grandes cantidades de material; y además, cada etapa de la separación deberá dejar pasar solo el material que esté previsto, y de acuerdo a las dimensiones del tamiz. En otras palabras, no deberá haber partículas grandes después de un tamiz de dimensiones menores, lo cual es posible que suceda como en el caso de partículas alargadas y angostas.

Aunque los dos grandes métodos de clasificación de partículas (clasificación por aire y clasificación por tamizado), son diferentes en cuanto a su diseño, concepción y tipo de material que separan, estos pueden ser unidos en un solo sistema para obtener un mejor rendimiento.

➤ *Tamizado*

Este sistema consiste en pasar material por medio de vibración sobre una superficie con orificios de medidas acordes al material deseado. Las diferencias entre los sistemas de tamizado radican en el método de transporte del material y de acuerdo a la forma con la que está dispuesto el asiento del tamiz.

➤ *Clasificación por aire*

A menudo la clasificación por tamizado no es satisfactoria para las necesidades del producto final. Las propiedades del tablero, como se mencionó anteriormente, son dependientes, además de la forma y medida de las partículas, del peso de

éstas. Es entonces necesaria una clasificación que involucre esta importante característica.

Efectivamente, los clasificadores por aire llevan a cabo esta labor al someter al material a corrientes de aire que circulan de forma de elevar al material más liviano y separarlo del de mayor peso.

1.2.5 ENCOLADO

Esta etapa consiste en mezclar la viruta seca con aditivos, en proporciones adecuadas para tener una fuerte cohesión del tablero.

Un control preciso en cuanto a la cantidad de resina es necesario, puesto que un error puede causar deficientes características del tablero o elevar los costos de producción innecesariamente.

El método de control es simple; se mide la cantidad de los materiales que se dosificarán en un tanque para su homogenización.

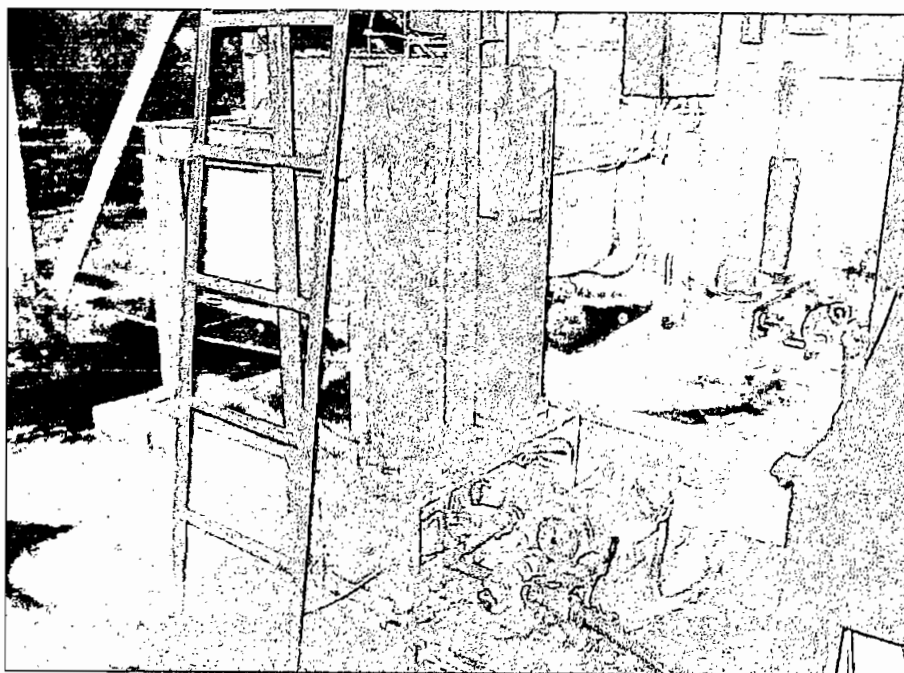


Figura 1.4 Sistema de dosificación de aditivos. (Novopan del Ecuador S.A. 2004).

El sistema consiste en cilindros a donde llegan los aditivos hasta el nivel que indiquen los interruptores magnéticos de nivel. Los aditivos son llevados a los cilindros por medio de bombas que son gobernadas por los mismos interruptores de nivel antes descritos.

Las bombas además de servir de impulsores para los aditivos, pueden ser utilizadas como elementos indirectos de medida.

Al saber la velocidad de la bomba considerando la presión a la que trabaja representa la cantidad de caudal bombeado. Este es un método adicional de medida para la dosificación de los costosos aditivos.

Al conocer la velocidad y la presión a la que trabaja la bomba, se determina el caudal; y a través de éste, la dosificación de aditivos.

Para la mezcla de los materiales, se tienen discos rotativos en el fondo del tanque provistos de remos o paletas que se mueven de forma de homogenizar la mezcla.

La mezcla de los aditivos tiene el problema del aire que aparece cuando la labor de agite se lleva a cabo, problema que puede ser superado al modificar la velocidad de agitación y el volumen de los aditivos.

El método más común para controlar las cantidades de componentes es por medio de un "controlador madera/ resina" a donde llega la cantidad de madera como variable primaria y después se aporta la resina de acuerdo al volumen del material.

La resina es aplicada en pequeñas cantidades por medio de boquillas de pequeño diámetro, de forma de asegurar una distribución homogénea, tal como lo muestra la figura 1.5. Un tiempo alto de adhesión del material con la resina, es deseable para un eficiente funcionamiento. Esto se logra no solo con una reducida velocidad de las paletas sino también con implementar máquinas de mezcla de gran longitud.

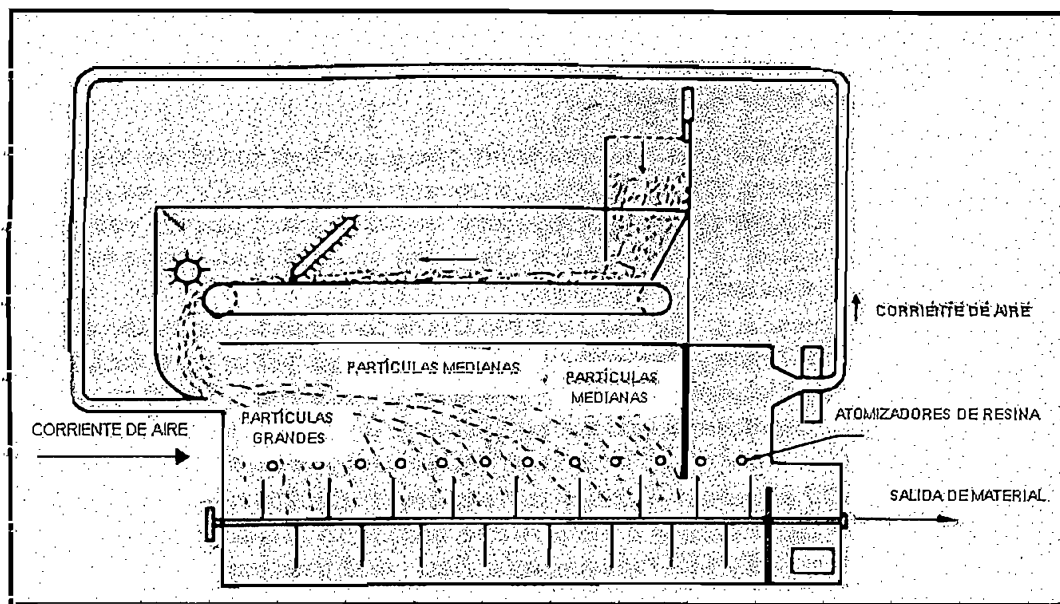


Figura 1.5 Esquema de un sistema básico de dosificación madera / resina.
(Maloney 1977).

1.2.6 FORMACIÓN

Toda máquina de formación mide el volumen de las partículas y las dispersan de forma uniforme a lo largo y ancho de la línea de formación.

Esta disposición uniforme puede estar asistida por medidores de nivel y sobre sábanas metálicas que se mueven lentamente hasta que el proceso haya terminado.

Para obtener el tablero aglomerado, que es de al menos tres capas, se utiliza un distribuidor de partículas a la entrada del material de forma de tener el material correcto en cada capa.

Un sistema de aire a baja presión es utilizado para tener flujo de aire uniforme, el efecto de este flujo de aire en dirección horizontal, es el de llevar a las partículas finas a los extremos de la línea de formación, mientras que las partículas de mayor peso caen verticalmente al centro, tal como se muestra en el esquema de la figura 1.6.

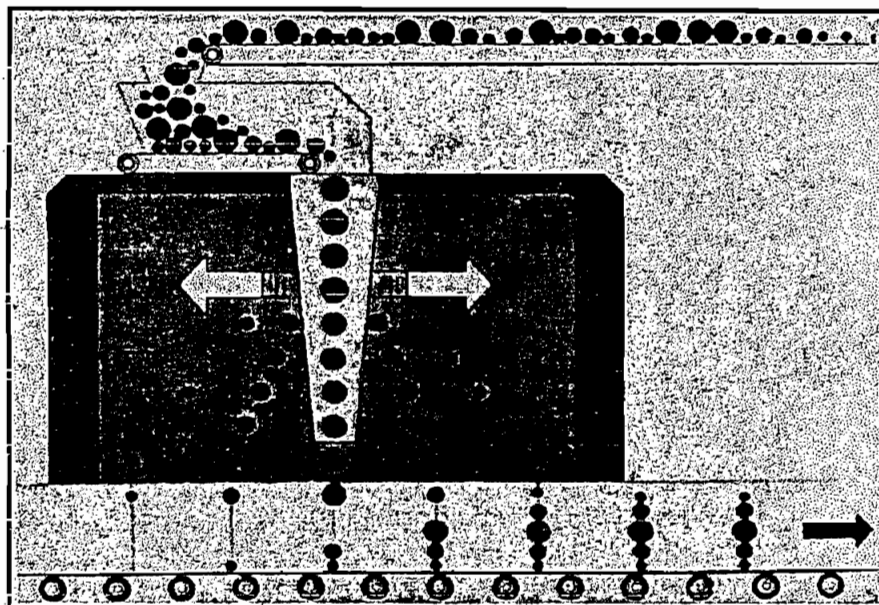


Figura 1.6 Ilustración de cómo trabaja el aire para la distribución en una línea de formación. (Maloney 1977).

1.2.7 PRENSADO

Una vez que las capas de partículas han sido distribuidas de manera uniforme, se somete a las "camas" de material al prensado con alta temperatura, en donde la resina y la madera, sufren un proceso de polimerización después del cual quedan firmemente unidos en una sola plancha.

El diseño de una prensa puede ser muy diverso, de acuerdo a las necesidades de la planta e incluso puede variar de caso en caso.

Uno de los principales factores que involucra el prensado es el tiempo. Las continuas innovaciones mecánicas han reducido los tiempos en los que el prensado se lleva a cabo. Hoy en día es por medio del tiempo que es posible manipular al proceso de prensado con el objeto de conseguir características óptimas del producto final.

Además del tiempo, otros factores importantes son involucrados en el proceso de prensado tales como; el tipo de resina, temperatura de prensado, especie de madera, geometría de las partículas, nivel y distribución de la humedad, vapor de agua presurizado en el tablero, tiempo de prensado, presión y perfil de densidad.

1.2.8 PRODUCTO FINAL

➤ *Enfriado*

Inmediatamente después del prensado, el tablero está caliente y no se tendrá las características para el que fue construido, sino hasta que esté frío. El método típico para enfriado, sin necesidad de humidificar al tablero, es el enfriador tipo estrella que se muestra en la figura 1.7.

Básicamente se deja reposar al tablero durante el tiempo que tarda el enfriador en transferir al tablero del final de la prensa a la entrada de la cortadora.

➤ *Cortado*

El tablero enfriado es cortado por sierras que recorren sus contornos de forma de eliminar las malformaciones del tablero en los bordes, además de conseguir tamaños estándares para el embalaje.

➤ *Lijado*

El tablero al final de la prensa no está completamente liso como para ser tratado, es necesario eliminar toda imperfección de la superficie. Esto se realiza con grandes láminas de lija que giran a presión por toda la superficie del tablero.

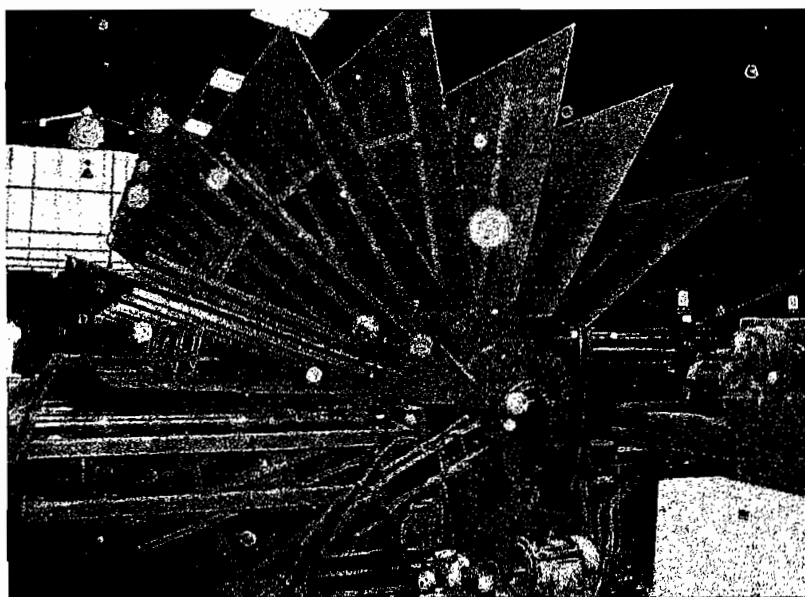


Figura 1.7 Enfriador (Novopan de Ecuador S.A. 2004).

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA

2.1 MÁQUINAS Y/O ELEMENTOS A CONTROLAR

De acuerdo a lo explicado en el capítulo anterior, el proceso de secado de viruta involucra once máquinas y/o elementos importantes que deben ser controlados; de los cuales, y con la finalidad de reducir el presupuesto total del proyecto, solamente cinco de ellos sufrirán modificación en los circuitos de fuerza, mientras que a los seis restantes se los mantendrá con la instalación original.

A continuación se hace una breve descripción de las máquinas y/o elementos más importantes que forman parte del proceso de secado de viruta, distinguiéndose entre los que son controlados desde el nuevo tablero de control y aquellos cuyos circuitos de fuerza no sufrirán modificación.

2.1.1 MÁQUINAS O ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN EL NUEVO TABLERO DE CONTROL

➤ *Ventilador de aire de combustión*

Ubicación: Junto al quemador.

Función: Proporciona aire necesario para la combustión.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Ventilador de aire secundario*

Ubicación: Junto al quemador

Función: Colabora con el aire necesario para la combustión del polvo.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Ventilador de transporte de polvo*

Ubicación: A la salida del silo 4.

Función: Se encarga de llevar polvo de madera hasta la cámara de combustión.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4*

Ubicación: Interior al silo 4.

Función: Permite la dosificación del polvo del silo 4.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Variable.

Tipo de arranque: Por variador de velocidad.

➤ *Motor impulsor del sistema hidráulico*

Ubicación: Interior al silo 4.

Función: Mantiene la presión necesaria para que el sistema hidráulico evite la formación de cavemas de polvo en la parte baja del silo.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

2.1.2 MÁQUINAS O ELEMENTOS NO INVOLUCRADOS EN EL NUEVO TABLERO DE CONTROL

➤ *Válvula de salida*

Ubicación: A la salida del separador.

Función: Permite la caída constante de la viruta seca al tornillo sin - fin que las transporta hasta la zaranda. El motor está acoplado a un reductor de velocidad, que aumenta su torque para poder hacer la evacuación de material.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Eje de rastrillos*

Ubicación: En la cámara de secado

Función: Se encarga de manejar al eje de rastrillos propiamente dicho. Se encuentra acoplado a un reductor de velocidad, multiplicador de torque.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Ventilador de gases de recirculación*

Ubicación: A la salida de la cámara de secado

Función: Se encarga de absorber los gases calientes desde la cámara de combustión hacia la sacadora; así como también, lleva los gases y la viruta hasta el separador en donde por medio de ciclones se los separa.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Estrella – triángulo con un tiempo de conmutación de 40 segundos.

➤ *Válvula de entrada*

Ubicación: En la boca de carga de la cámara de secado

Función: Se encarga de permitir el paso del material que será tratado en el proceso de secado.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Directo.

➤ *Motor impulsor del Sin - Fin transporte Cono - Zaranda*

Ubicación: Entre el cono después del separador y la zaranda

Función: Transporta el material seco desde el cono hasta la zaranda en donde por su peso se diferenciara entre materiales aptos para su utilización y los que pasarán a una nueva mollienda.

Tipo de accionamiento: Por motor eléctrico de C.A. trifásico.

Velocidad: Constante.

Tipo de arranque: Por arrancador suave.

2.2 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA

El diseño de los circuitos de fuerza comprende el dimensionamiento de los alimentadores de los circuitos derivados y de los aparatos de maniobra y protección que fueron instalados en el nuevo tablero de control, y que corresponden a los cinco motores descritos en el subtítulo 2.1.1.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE PLACA DE LOS MOTORES

| Simb. | MOTOR | Potencia (Kw.) | Voltaje nominal (V) | Corriente nominal (A)** | FP | Velocidad (RPM) |
|-------|---|----------------|---------------------|-------------------------|------|-----------------|
| 1m1 | Ventilador de aire de combustión. | 11 | 440 | 19,5 | 0.83 | 3460 |
| 2m1 | Ventilador de aire secundario. | 7.5 | 440 | 14 | 0.90 | 3500 |
| 2m2 | Ventilador de transporte de polvo. | 9 | 440 | 16 | 0.88 | --- |
| 2m3 | Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4. | 1,5 | 440(Y)* | 3,1 | 0.83 | 1730 |
| 2m4 | Motor impulsor del sistema hidráulico | 4 | 440(Y)* | 7,5 | 0.83 | 4720 |
| 3m1 | Válvula de salida. | 2,2 | 440 | 4,6 | 0.83 | --- |
| 3m2 | Eje de rástrillos. | 13,45*** | 440 | 26 | 0.88 | --- |
| 3m3 | Ventilador de gases de recirculación. | 127 | 440(D)* | 205 | 0.86 | 1785 |
| 3m4 | Válvula de entrada. | 2,2 | 440 | 4,6 | 0.83 | --- |
| 4m1 | Motor impulsor del Sin – Fin transporte Cono Zaranda. | 11 | 440(Y)* | 20,5 | 0.83 | 1740 |

Tabla 2.1 Datos de placa de los motores del quemador y secadero (Gordillo – Toro 2005).

- * La conexión asignada al voltaje de trabajo de 440 V.
- ** La corriente que corresponde a la conexión necesaria para trabajar a voltaje de 440 V.
- *** Este valor no es estándar porque el valor nominal está presentado en caballos de fuerza (HP).

2.2.2 CONFIGURACIÓN ADOPTADA PARA CADA CIRCUITO DERIVADO

La configuración utilizada para cada uno de los circuitos derivados, para los cinco motores anteriores descritos, se muestra en la figura 2.1. En esta configuración se combina un seccionador fusible, para la protección de cortocircuitos, el contactor de mando y el relé térmico bimetálico para la protección de sobrecargas operativas.

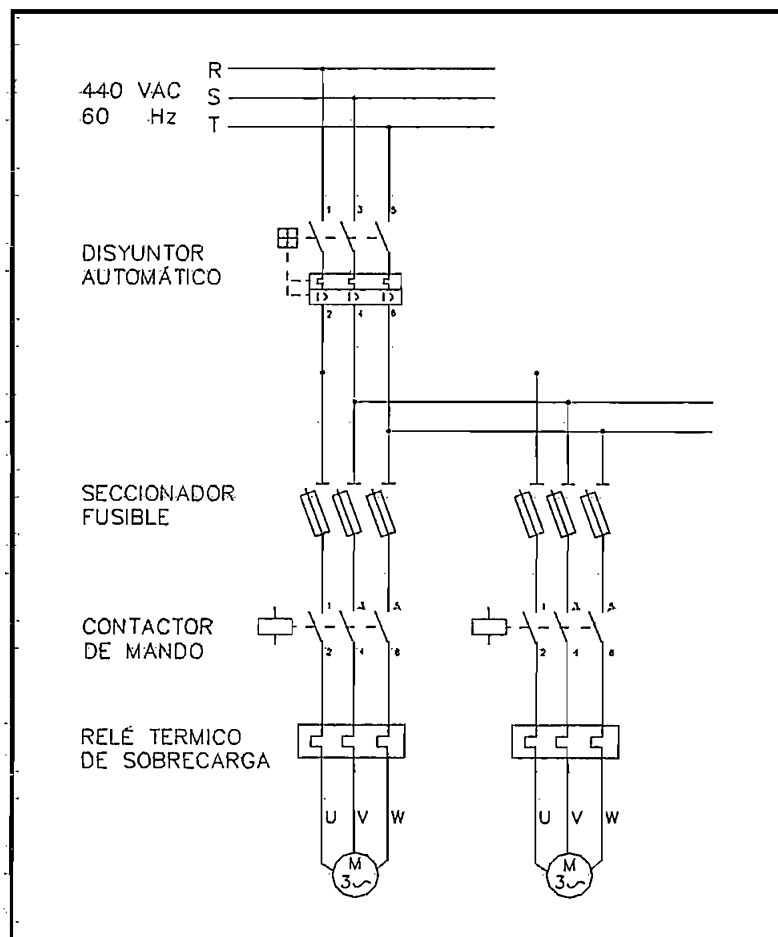


Figura 2.1 Circuito de fuerza básico (Gordillo – Toro 2005).

2.2.3 DIMENSIONAMIENTO DE ALIMENTADORES

➤ *Conductor para el Alimentador*

El tamaño del conductor, se dimensiona, aumentando el 25% a la corriente nominal del motor más grande (tabla 430-150 de NEC^R, ver anexo 2) y luego agregando los valores de corriente de los otros motores y demás dispositivos. Con esta premisa tenemos:

$$I = \text{Factor} \times I_{pc}(M.G) + \sum I_{pc}(O.M) + I(C.C) \quad [\text{Ecuación 2.1}]$$

$I_{pc}(M.G)$ = Corriente a plena carga del motor más grande

$I_{pc}(O.M)$ = Corriente a plena carga de motores restantes

$I(C.C)$ = Corriente aproximada de los circuitos de control

$$I = 1.25 \times 19.5 + 14 + 16 + 3.1 + 7.5 + 10$$

$$I = 74.975(A)$$

Con el valor de corriente anterior y en base a la tabla A.2.5 (ver anexo 2), el tipo y calibre del conductor corresponde a:

Cable: # 4 MCM de cobre Tipo: THW – 600V – 75 °C.

➤ *Conductor para los motores*

La norma *NEC en la Sección 430-22*, establece que el tamaño del conductor que alimenta a un solo motor AC, debe tener una capacidad de al menos 125% de la corriente nominal del motor.

Ejemplo de cálculo:

Para la elección del conductor de protección del motor 1m1 de 11 Kw, 440 Vac y 19.5 A tenemos:

$$I = 1.25 \times \frac{I_{pc}}{\text{Factor}} \quad [\text{Ecuación 2.2}]$$

$$I = 1.25 \times \frac{19.5}{0.80}$$

$$I = 30.46(A)$$

Se consideró un factor de corrección de 0.80; que corresponde al cableado de 4 a 6 conductores portadores de corriente por ducto.

| | MOTOR | lpc(A) | Factor | $I = 1.25 \times \frac{lpc}{Factor}$ |
|---|---|--------|--------|--------------------------------------|
| 1 | Ventilador de aire de combustión. | 19,6 | 0.80 | 30.46 |
| 2 | Ventilador de aire secundario. | 14 | 0.80 | 21.87 |
| 3 | Ventilador de transporte de polvo. | 16 | 0.80 | 25 |
| 4 | Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4. | 3,1 | 0.80 | 4.843 |
| 5 | Motor impulsor del sistema hidráulico | 7,5 | 0.80 | 11.71 |

Tabla 2.2 Dimensionamiento de conductores (Gordillo – Toro 2005).

2.2.4 DIMENSIONAMIENTO DE FUSIBLES

Los criterios que se han seguido son los siguientes:

- Fusibles con característica de fusión "retardada", a fin de evitar que estos se fundan durante el período transitorio de arranque.
- Factor por encima del valor de corriente nominal del motor, que dependen de los KVA a rotor bloqueado del motor.
- Tipo de arranque.
- Tipo de rotor.
- Valores de tabla según normas NEC.

Las normas NEC^R en su TABLA 430-152 (ver anexo 2), indican que un *fusible con retardo de tiempo* puede ser de hasta 175 por ciento de la corriente nominal del motor.

Ejemplo de cálculo:

Para la elección del fusible de protección del motor 1m1 de 11 Kw, 440 Vac y 19.5A, tenemos:

$$I_{proteccion} = Factor \times I_{pc} \quad [Ecuación 2.3]$$

$$P_{contactor} = 1.75 \times 19.5$$

$$P_{contactor} = 34.125[A]$$

En base a la ecuación 2.3, se obtienen los siguientes valores:

| | MOTOR | Tipo de arranque | $I_{protección} = Factor \times I_{pc}$ (A) |
|---|---|-----------------------|--|
| 1 | Ventilador de aire de combustión. | directo | 34.125 |
| 2 | Ventilador de aire secundario. | directo | 24.5 |
| 3 | Ventilador de transporte de polvo. | directo | 28 |
| 4 | Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4. | variador de velocidad | 5.425 |
| 5 | Motor impulsor del sistema hidráulico | directo | 13.125 |

Tabla 2.3 Dimensionamiento de fusibles (Gordillo – Toro 2004).

Para facilitar la conexión o desconexión, de los fusibles bajo carga, se utilizan *seccionadores fusibles tripolares*.

Bajo este aspecto, se seleccionó el siguiente sistema:

| Seccionador Fusible Tripolar | |
|---|-------------------|
| Capacidad máxima de corriente de fusibles | 160 (A) |
| Tipo de montaje | A riel DIN |
| Para fusibles tamaño | 00 |
| Para conductor de sección | Hasta 2 × 70 (M8) |

Tabla 2.4 Características técnicas del seccionador fusible tripolar (marca Siemens)

2.2.5 DIMENSIONAMIENTO DE CONTACTORES

Para seleccionar correctamente el contactor se debe considerar:

- Tipo de accionamiento
- Número de polos
- Voltaje nominal
- La intensidad nominal del motor
- Categoría de utilización. Establecido por la norma IEC 947-4
- Frecuencia
- Voltaje de aislamiento U_i
- Clase de servicio
- Voltaje de la bobina y número de contactos auxiliares

Por razones de seguridad se considera un sobre dimensionamiento de 25 % de la potencia nominal del motor.

Ejemplo de cálculo:

Para la selección del contactor de protección del motor 1m1 de 11 Kw, 440 Vac y 19.5 A, tenemos:

$$P_{\text{contactor}} = 1.25 \times P_n \text{ Motor}$$

[Ecuación 2.4]

$$P_{\text{contactor}} = 1.25 \times 11$$

$$P_{\text{contactor}} = 13.75 [\text{Kw}]$$

Con este criterio tenemos los siguientes resultados:

| | MOTOR | Pn motor (kw) | Voltaje (V) | Corriente nominal (A) | Categoría de servicio | $1.25 \times P_n \text{ Motor}$ (KW) |
|---|---|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 | Ventilador de aire de combustión. | 11 | 440 | 19,5 | AC3 | 13.75 |
| 2 | Ventilador de aire secundario. | 7.5 | 440 | 14 | AC3 | 9.375 |
| 3 | Ventilador de transporte de polvo. | 9 | 440 | 16 | AC3 | 11.25 |
| 4 | Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4. | 1,5 | 440 | 3,1 | AC3 | 1.875 |
| 5 | Motor impulsor del sistema hidráulico | 4 | 440 | 7,5 | AC3 | 5 |

Tabla 2.5 Dimensionamiento de contactores (Gordillo – Toro 2005).

Los contactores utilizados en el nuevo tablero de control, tienen las siguientes características:

- Tipo de accionamiento: Electromecánico
- Número de polos: 3
- Voltaje nominal: 440 V
- La intensidad nominal del motor: De acuerdo al motor
- Categoría de utilización. Establecido por la norma IEC 947-4.: AC3
- Frecuencia: 60 Hz
- Voltaje de aislamiento U_i : 600 V
- Clase de servicio: Intermitente
- Voltaje de la bobina: 220 Vac
- Contactos auxiliares: 2 NA y 2NC

2.2.6 DIMENSIONAMIENTO DE RELÉS TÉRMICOS DE SOBRECARGAS

Los relés térmicos se utilizan para proteger a los motores de sobrecargas; pero durante la fase de arranque, deben permitir el paso de la sobre corriente temporal que provoca el pico de corriente, y activarse únicamente, si la duración de dicho pico resulta excesivamente larga.

Para el diseño de las protecciones contra sobrecarga se debe considerar:

- La corriente nominal, de arranque y de funcionamiento en régimen estacionario del motor
- Las curvas características de intensidad – tiempo.
- Los valores de tablas de la casa distribuidora.
- Tamaño del contactor.

La norma IEC 947-4-1-1 responde a esta necesidad, definiendo tres tipos de disparo para los relés de protección térmica:

➤ Relés de clase 10

Para motores pequeños, de potencia fraccionaria con aceleración casi instantánea cuyo tiempo de disparo es extremadamente corto.

➤ Relés de clase 20

Para la mayoría de los motores de uso general clasificados por NEMA.

➤ Relés de clase 30

Para motores con tiempos de aceleración de más de 10s con altas cargas de inercia. Para arranques con un máximo de 30 segundos de duración.

| Clase de disparo | Tiempo de disparo t_A en segundos |
|------------------|-------------------------------------|
| 10 A | $2 < t_A \leq 10$ |
| 10 | $4 < t_A \leq 10$ |
| 20 | $6 < t_A \leq 20$ |
| 30 | $9 < t_A \leq 30$ |

Tabla 2.6 Clases de disparo de los relés de sobre carga térmicos, magnéticos o electrónicos (extracto de IEC 947 - 4).

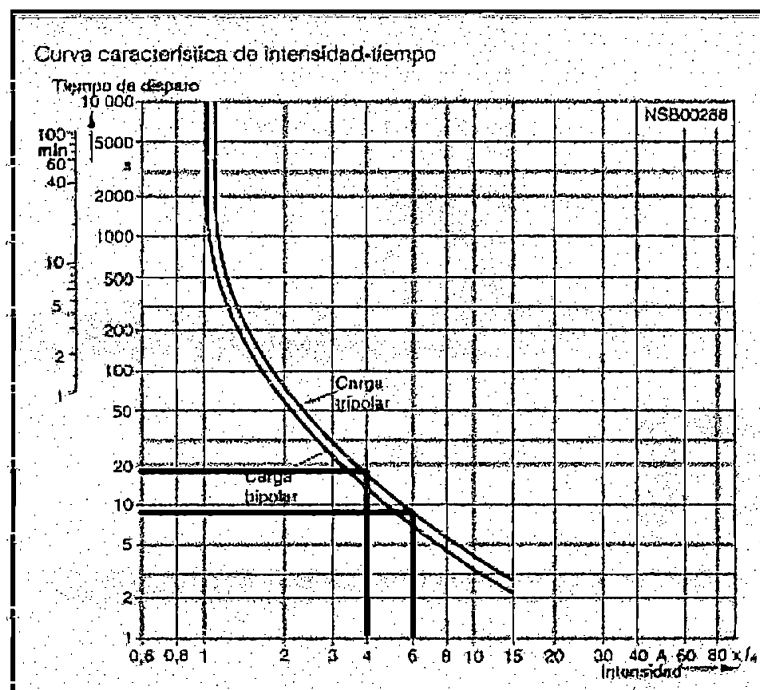


Figura 2.2 Curva característica de intensidad – tiempo. (Catálogo Control y Distribución de SIEMENS S.A., 2000/2001).

Ejemplo de cálculo:

Analizando la curva de carga tripolar de la figura 2.2, y considerando que la corriente de arranque aproximada de los motores está en un rango de 4 -6 I_n , obtenemos el siguiente resultado:

Tiempo de disparo de corriente

8 – 18 segundos (aproximadamente)

Con el dato anterior y con base a la tabla 2.6, se aprecia que los relés de sobrecarga térmicos pertenecen a la clase de disparo número 20, por dos motivos:

- El tiempo de disparo de los motores, se aproxima al rango de dicha clase.
- Se utiliza para la mayoría de motores clasificados por NEMA.

Los fabricantes, recomiendan un ajuste de $\pm 25\%$ de corriente nominal del motor. Para la elección del relé de sobre carga térmico, del motor 1m1 de 11 Kw, 440 Vac y 19.5 A tenemos:

$$R.A.C. = I_n \pm 0.25 * I_n \quad \text{[Ecuación 2.5]}$$

R.A.C.: = Rango de ajuste de corriente

$$R.A.C. = 19.5 \pm 0.25 * I_n$$

$$R.A.C. = 19.5 \pm 4.87$$

| | MOTOR | I_n (A) | R.A.C. (A) | Clase de disparo |
|---|---|-----------|---------------|------------------|
| 1 | Ventilador de aire de combustión. | 19,6 | 14.63 - 24.37 | 20 |
| 2 | Ventilador de aire secundario. | 14 | 10.50 – 17.50 | 20 |
| 3 | Ventilador de transporte de polvo. | 16 | 12.00 – 20.00 | 20 |
| 4 | Motor impulsor del tornillo Sin – Fin silo 4. | 3,1 | 2.33 – 3.87 | 20 |
| 5 | Motor impulsor del sistema hidráulico | 7,5 | 5.63 – 9.37 | 20 |

Tabla 2.7 Dimensionamiento de relés térmicos (Gordillo – Toro 2004).

2.2.7 DIMENSIONAMIENTO DEL DISYUNTOR GENERAL

Este protege todo el sistema. La corriente de diseño es el resultado del consumo de corriente de todos los circuitos involucrados.

Su cálculo es el siguiente:

$$I = Factor * I_{arranque}(M.G) + \sum I_{pc}(O.M) + I(C.C) \quad [Ecuación 2.6]$$

M.G = Motor mas grande

O.M = Otros Motores

C.C = Circuitos de control

$$I = 2.5 \times 19.5 + 14 + 16 + 3.1 + 7.5 + 10.$$

$$I = 99.35(A)$$

* Este valor se determina por la Tabla: NEC 430-7 (Ver anexo 2).

2.2.8 DIMENSIONAMIENTO DEL ARRANCADOR SUAVE Y VARIADOR DE VELOCIDAD.

➤ *Arrancador Suave.*

Uno de los principales problemas que se mantenía en el proceso de secado de virutas era el esfuerzo mecánico de las poleas que acoplan al motor impulsor con el tornillo sin – fin Cono Zaranda al momento de la inversión de giro. Dada la continuidad de inversiones de giros de este motor, se optó por añadir un arrancador suave a esta parte del sistema.

Se escoge en función de tres criterios principales:

- La potencia, corriente y voltaje de la placa del motor.
- El tipo de aplicación; se refiere a aplicaciones estándares o severas.
- Condiciones ambientales.

Considerando un 25 % de sobredimensionamiento por razones de seguridad, tenemos:

$$P_{arrancador} = 1.25 \times P_{n.Motor}$$

[Ecuación 2.7]

$$P_{contactor} = 1.25 \times 11$$

$$P_{contactor} = 13.75 [Kw]$$

Con los criterios anteriores y tomando en cuenta los valores estándares de potencia de los arrancadores de marca Siemens se escogió uno de la serie SIRIUS 3RW30 que cumple con las siguientes características:

| Arrancador Suave | | | |
|--|-------------|---------------------|--------|
| Serie | Tensión VAC | Potencia KW A 400 V | Tamaño |
| SIRIUS 3RW30 25 – 1AB14 | 200 a 460 | 15 KW | S00 |
| Características generales | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Arrancador suave con rampa de tensión; el rango de ajuste de la tensión inicial U_s puede ajustarse desde el 40 % hasta el 100 % y el tiempo de rampa desde 0 s a 20 s. ○ Parada suave con rampa de tensión; el tiempo de la rampa de arrancador t_{aus} se puede variar desde 0 a 20 s. Aquí la tensión de desconexión U_{aus} depende de la tensión de arranque U_s elegida. ○ Ajuste por medio de tres potenciómetros. ○ Tensiones de red de 200 V a 575-V, 50/60 HZ. ○ Dos ejecuciones de tensión de mando UC 24 V y UC 110 V a 230 V. ○ Amplio rango de temperaturas -25 °C a + 60 °C. | | | |

Tabla 2.8 Datos técnicos del arrancador suave.

➤ *Variador de velocidad*

Este variador ya se encontraba instalado y la función es la de manejar al motor que se encuentra acoplado a un reductor de velocidad con el propósito de mover el tornillo Sin - Fin del silo 4, permitiendo, de esta forma, la dosificación del combustible sólido (polvo de madera).

Sus características principales son:

| DISYUNTOR AUTOMÁTICO | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|------|---------------|
| Símb | Tipo | Intensidad nominal (A) | Conductor (acometida) | | |
| | | | Calibre y tipo | Tipo | Capacidad (A) |
| dy1 | 3VF2 ¹ de tres polos | 100 | # 4 MCM | THW | 85 |

Tabla 2.12 Valor estándar del disyuntor y cable de acometida (Gordillo – Toro 2004).

2.4 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE FUERZA

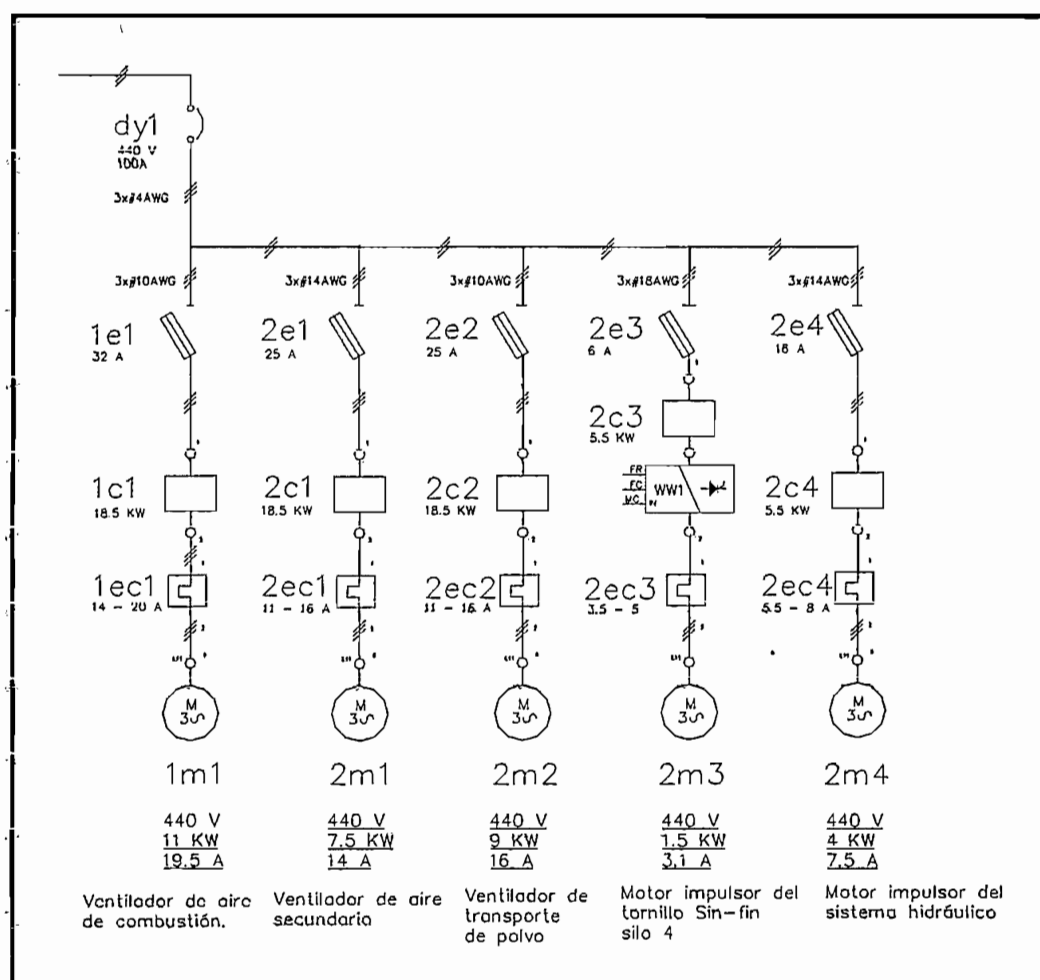


Figura 2.3 Diagrama unificar del sistema de fuerza (Gordillo – Toro 2005).

¹ Código de aparatos de maniobra Marca Siemens

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1 CONTROL DE TEMPERATURA DE LA SALIDA DE LA SECADORA

El factor determinante para el control de la humedad de las partículas de madera, es la temperatura a la salida de la cámara de secado.

Es posible variar, en forma manual, el tiempo de permanencia del material dentro de la cámara o los parámetros de humedad del material de entrada, pero la temperatura de salida de la cámara deberá ser controlada automáticamente, puesto que una demora en la reacción del operador puede afectar en la calidad del producto e incluso poner en riesgo a la instalación debido al constante peligro de incendio presente en el proceso.

Para diseñar el control que será aplicado a un sistema, es necesario saber la forma como se comporta frente a cambios de carga y estimar las constantes que gobiernan este comportamiento.

3.1.1 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA.

Aunque podemos suponer que el secador es un sistema de primer orden, por ser un sistema térmico, es necesario saber con certeza que corresponde a tal definición. Para este efecto se tomaron medidas de Temperatura vs. Tiempo cuando las condiciones eran lo más estables posibles. La curva obtenida es la mostrada en la figura 3.1.

Frente a un cambio de combustible desde un 10 % hasta un 70 % del total que es posible aportar, la temperatura se eleva desde un valor de 104 ° C a un valor estable de 136 ° C con un comportamiento sobre amortiguado, tal como lo haría un sistema de primer orden a una entrada paso.

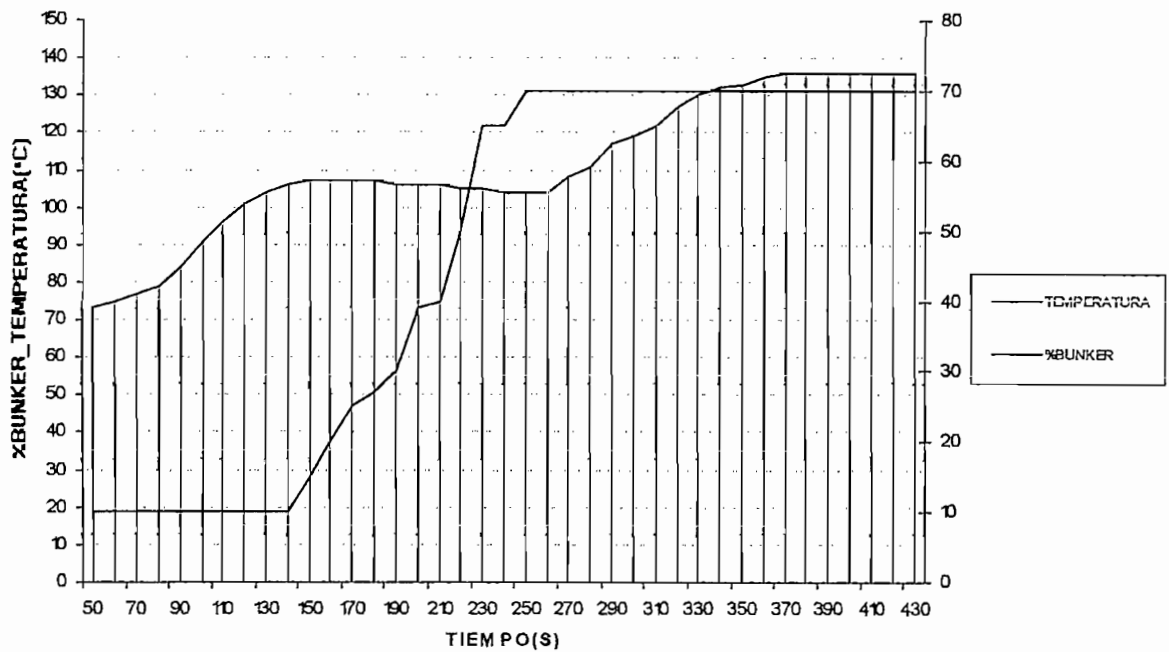


Figura 3.1 Curva temperatura vs. Tiempo frente a un cambio brusco de aportación de combustible (Gordillo – Toro 2004).

Bajo estas premisas, un sistema térmico de primer orden se lo expresa matemáticamente así:

$$\frac{T(s)}{Ti(s)} = \frac{1}{RCs + 1}$$

[Ecuación 3.1]

Donde

Ti: temperatura de entrada al sistema.

T: temperatura de salida del sistema.

R: resistencia térmica

C: capacitancia térmica

La ecuación 3.1, corresponde a un sistema en el que se tiene el control sobre la entrada de temperatura para modificar la temperatura de salida de la cámara.

Aunque el sistema implementado realiza el control sobre la temperatura de salida de la secadora y es por cierto la variable realimentada, no es "directamente" la temperatura de entrada de la secadora la que se modifica.

Se ejecuta el control sobre la aportación de combustible, que provoca una variación en la temperatura de la cámara de combustión, lo que a su vez genera una variación en la temperatura de entrada de la cámara de secado. Considerando que la temperatura de los gases de realimentación es constante, la temperatura de la salida de la secadora se ve finalmente afectada.

3.1.1.1 Constante de tiempo del sistema

La ecuación 3.1 nos muestra que un sistema térmico es un sistema de primer orden cuya constante de tiempo está dada por las características de resistencia y capacitancia térmicas.

Además, considerando que ambos parámetros están en función del calor específico del material, y que la cantidad de material dentro de la cámara de secado en estado estable es constante, podemos concluir que la velocidad de respuesta del sistema es inversamente proporcional a la velocidad relativa entre los gases de recirculación y el material dentro de la cámara.

$$T \propto \frac{1}{G}$$

Donde

T: constante de tiempo del sistema.

G: velocidad relativa entre los gases de recirculación y material a secar dentro de la cámara.

Para determinar totalmente la función de transferencia del sistema es necesario determinar la constante de tiempo.

Se tomaron datos de Temperatura vs. Tiempo para determinar la curva tipo "s" para una entrada paso de combustible.

El procedimiento fue el siguiente:

- Se toma medidas de la temperatura a la salida de la secadora cada 10 s con aporte de combustible líquido constante en 60 %, 0 % de polvo de madera y descarga normal de viruta húmeda al secador.

- La temperatura se estabiliza en un valor en donde se encuentra el equilibrio térmico del sistema (temperatura inicial).
- Bruscamente se eleva de 0 a 4 Kg. / min. de polvo de madera y se toman medidas cada 10 s de la temperatura a la salida de la secadora, hasta que el sistema vuelva a estabilizarse en un nuevo valor de temperatura (temperatura final).

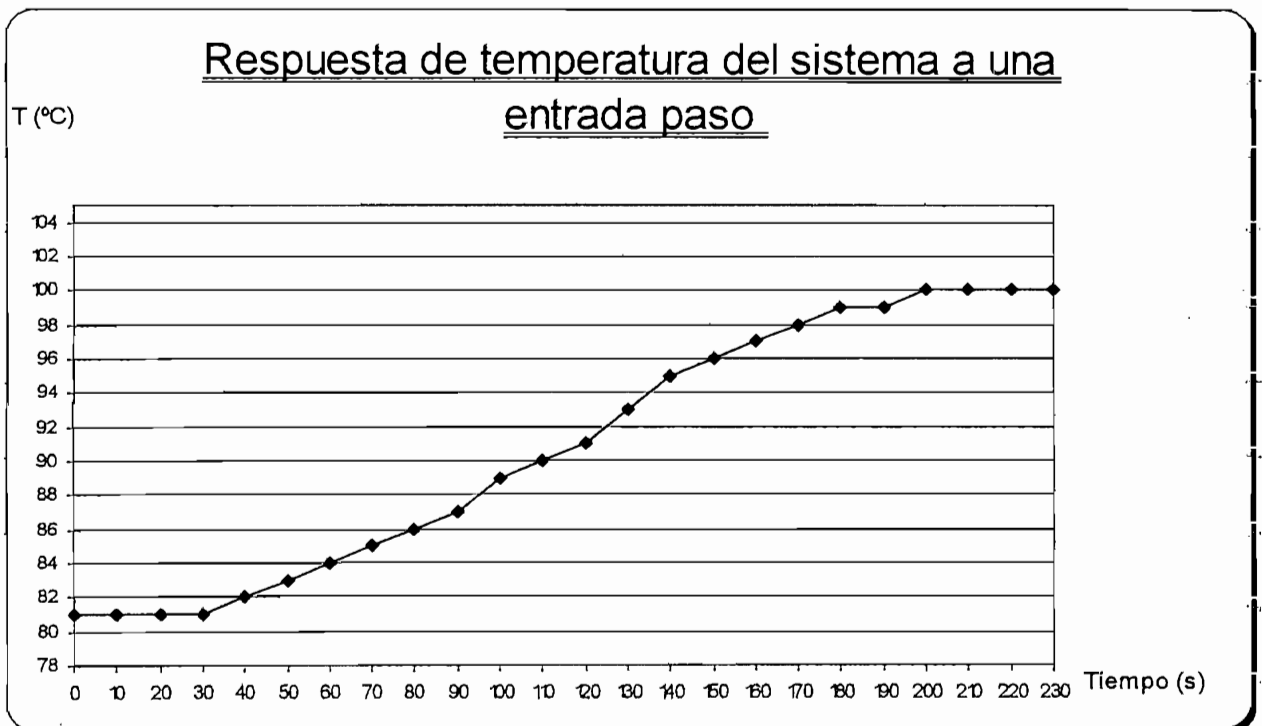


Figura 3.2 Respuesta de temperatura del sistema a una entrada paso (Gordillo – Toro 2004).

- Se tiene entonces la respuesta de temperatura a una entrada paso de combustible sólido, que es con el que habitualmente trabajará el sistema en automático, puesto que el aceite combustible normalmente se mantiene constante durante la operación porque éste, por sí solo, no puede mantener la temperatura final en un valor como para tener humedad relativa del material de salida en valores debajo del 2 %, además mientras más polvo de madera se consume en la combustión, es mejor para el rendimiento de la planta, puesto que es más barato que los combustibles líquidos.

Si a un sistema de primer orden se lo somete a una entrada paso tenemos lo siguiente:

$$Y(s) = \frac{1}{Ts+1} * \frac{1}{s}$$

Expresado de otra forma:

$$Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{T}{Ts+1}$$

Cuya equivalencia en el tiempo por medio de la transformada de Laplace es:

$$Y(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}$$

Cuando $t = T$ (constante de tiempo)

$$Y(T) = 1 - e^{-1} = 0.632$$

Lo que significa, que cuando la temperatura de salida de la secadora alcanza el 63.2 % de la diferencia de temperaturas, en estado estable (equilibrio térmico), entre la anterior y la subsiguiente a una entrada paso de aporte de polvo de madera, habrá transcurrido un tiempo equivalente a la constante de tiempo del sistema.

En la prueba para determinar la constante de tiempo se tiene:

- Temperatura inicial = 81 ° C.
- Temperatura final = 100 ° C.
- Variación de temperatura = 19 ° C.
- T (63.2 % de su valor final) = 93 ° C.

Esta temperatura de 93 ° C ocurre en el tiempo 130 seg de la prueba, considerando que el polvo se aportó en el tiempo 30 s de la prueba, el tiempo real es igual a 100 s.

La función de transferencia de nuestro sistema es:

$$\frac{T(s)}{Ti(s)} = \frac{1}{100s + 1}$$

3.1.2 ALGORITMO DE CONTROL

Lo que se persigue es que el sistema automáticamente busque un equilibrio de la temperatura frente a variaciones en la referencia, o en la entrada de material.

Tenemos la función de transferencia del sistema, pero las condiciones en las que ésta fue obtenida, no necesariamente son las mismas a las de operación puesto que las condiciones de funcionamiento del secador varían de acuerdo a:

- Cambio en la producción de tablero en cuanto a su grosor, cada vez que la demanda del producto lo exija así.
- Se puede tener valores homogéneos de la humedad del material de entrada, pero no es siempre el mismo valor.
- El tiempo de permanencia del material dentro de la cámara es modificable en cualquier momento.
- El material proviene de dos silos de almacenamiento. La descarga de cada uno es cambiado por el operador cuando la humedad de salida no es buena.

Todos estos factores, y la combinación de ellos, hacen muy complejo que se pueda definir un controlador para cumplir con ciertos valores de control, dado que aunque tenemos una clara idea del comportamiento general del sistema la función de transferencia variará durante la ejecución del proceso. Pero si podemos definir un control calibrable con los siguientes criterios:

- Posibilidad de modificar constantes y parámetros en cualquier momento desde el exterior, sin necesidad de modificar el programa.
- Ejecutar el control realimentando la temperatura de salida de la secadora y compararla con la señal de referencia para determinar el error.
- Dado que la respuesta de temperatura a la salida del secador no es inmediata, cada variación de porcentaje de combustible sólido debe estar seguida de un tiempo de espera parametrizable desde el exterior.
- El control permite la calibración de la acción derivativa, cuando la respuesta de temperatura es demasiado acelerada; esto se logra evaluando el error entre la temperatura deseada y real de la salida del secador, y la diferencia entre el error actual y el error anterior para frenar la velocidad de reacción de la acción proporcional.

3.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROCESO DE SECADO

Se describirá cada uno de los elementos que componen el sistema, una explicación de su función y conexiones con el PLC de las señales de entrada y salida de cada uno.

Las condiciones explícitas de funcionamiento de cada elemento controlado, está descrito en el acápite "lógica de funcionamiento".

3.2.1 BANDA DE TRANSPORTE DE VIRUTA HÚMEDA

Con accionamiento motor. Su función es la de traer material húmedo desde los silos de almacenamiento a la válvula de carga. El sistema prevé cambio en el sentido de giro.

3.2.2 COMPUERTA DE CARGA

Con accionamiento motor. Su función es la de regular, de manera constante, la aportación de material al interior de la cámara de secado.

3.2.3 SECADORA DE TUBO CON TOBERA

Con mirillas, paredes frontales con chapaletas de regulación del material, chapaletas directrices del aire caliente en la tobera, y eje de rastrillos.

3.2.4 EJE DE RASTRILLOS

Con accionamiento motor – reductor con acople mecánico al eje fuera de la cámara de secado.

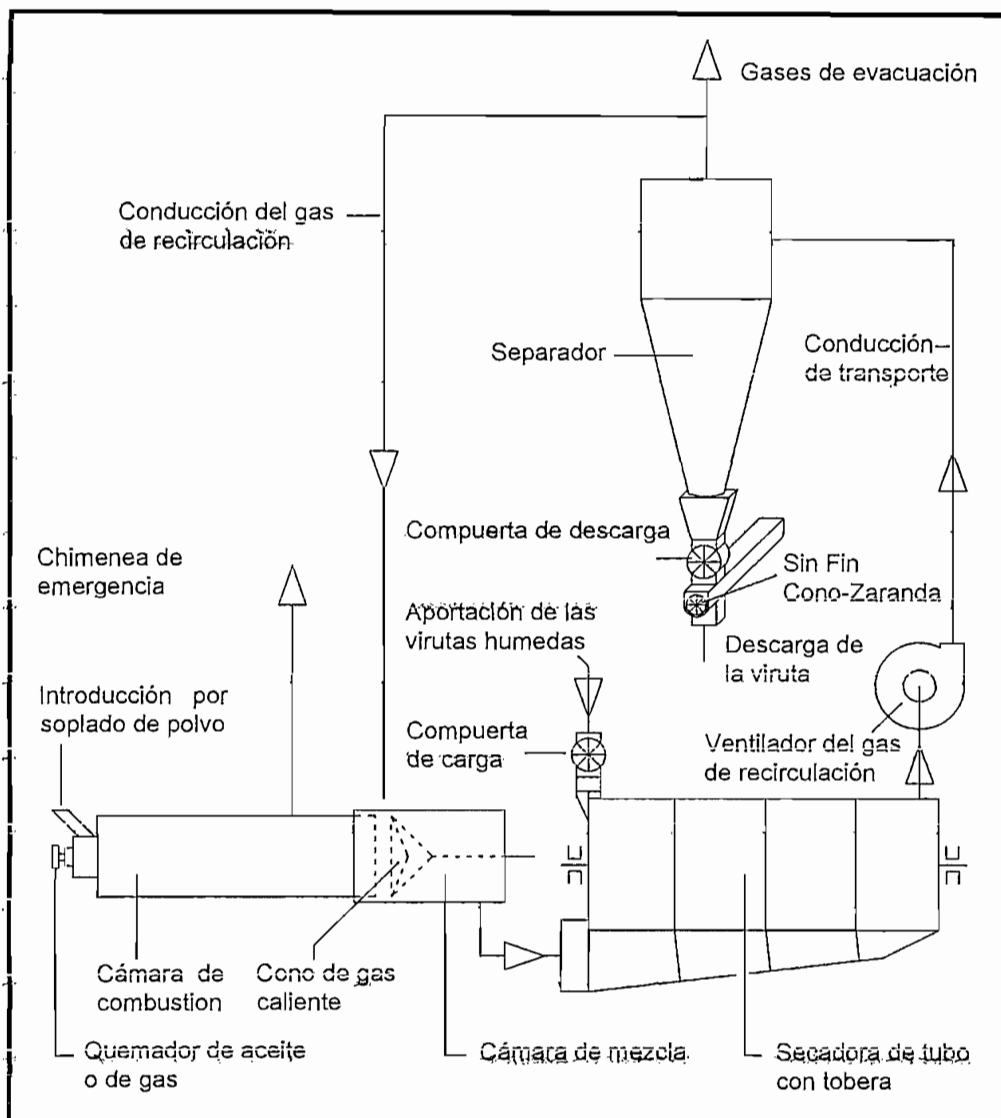


Figura 3.3 Esquema de los elementos constitutivos del proceso de secado (Gordillo – Toro 2005).

El sistema de supervisión compuesto por sensor de pulsos, controlador de velocidad mínima, y contacto de alarma que detiene la operación del motor en caso de que la velocidad del eje sea cero.

3.2.5 VENTILADOR DE GASES DE RECIRCULACIÓN

Con accionamiento motor con acople por polea al eje.

3.2.6 TUBERÍAS DE MATERIAL Y GASES CALIENTES DESDE LA SALIDA DE LA SECADORA HASTA EL SEPARADOR

Su función es la transportar el material y los gases desde la salida de la secadora hasta el separador.

3.2.7 SEPARADOR

Con equipo de extinción de incendios, chapaletas de estrangulación y tubo para escape de los gases calientes a la atmósfera. Su función es la de separar los gases calientes del material.

3.2.8 COMPUERTA DE DESCARGA

Con accionamiento motor. Su función es la homogenizar la salida del material desde el separador al sistema de transporte de material seco.

3.2.9 TORNILLO SIN FIN CONO – ZARANDA

La función del tornillo sin fin cono – zaranda es la de transportar el material desde el cono separador hasta la zaranda.

El sistema prevé el cambio en el sentido de giro del tornillo, para efecto de retirar el material que tenga una elevada humedad.

Accionamiento motor con acople por cadena.

Anteriormente el sistema funcionaba con arranque directo y cambio en el sentido de giro con espera de 2 s para la conmutación.

Para la nueva instalación se diseñó un sistema de arranque suave para el motor, en ambos sentidos de giro y con un tiempo de conmutación de 5 s.

Se vio la necesidad de llevar a cabo esta modificación al sistema original, porque la cadena de acople, durante el arranque y el cambio en el sentido de giro, sufría averías frecuentemente. Dado que los tiempos de arranque no son críticos para el proceso, se optó por un arrancador suave electrónico, con rampa de voltaje parametrizable de 0 a 20 s, con el diagrama de funcionamiento mostrado en la figura 3.4 y el esquema de fuerza mostrado en la figura 3.5.

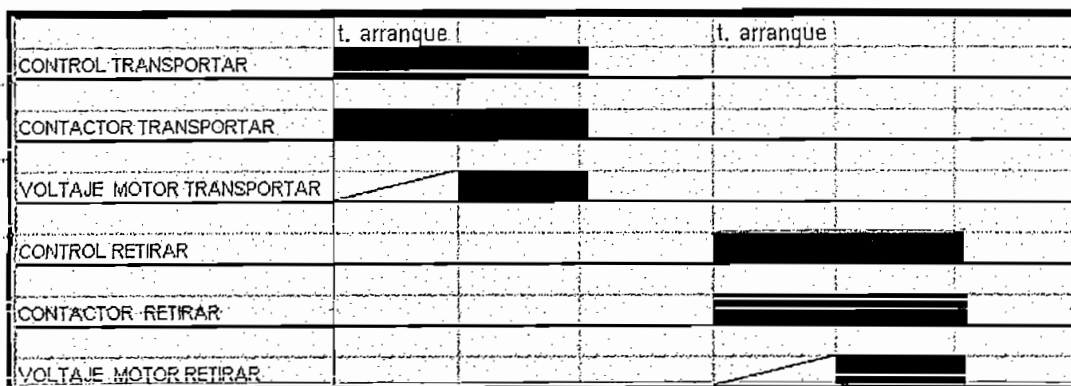


Figura 3.4 Diagrama de tiempos para ambos sentidos de giro del tornillo sin fin cono - zaranda (Gordillo – Toro 2004).

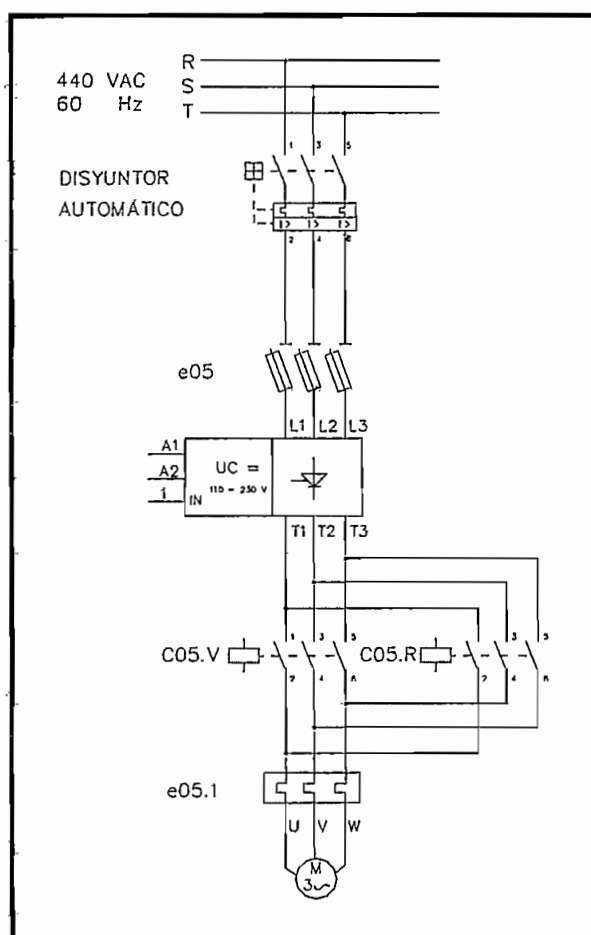


Figura 3.5 Diagrama de la conexión eléctrica para el tornillo sin fin cono - zaranda (Gordillo – Toro 2004).

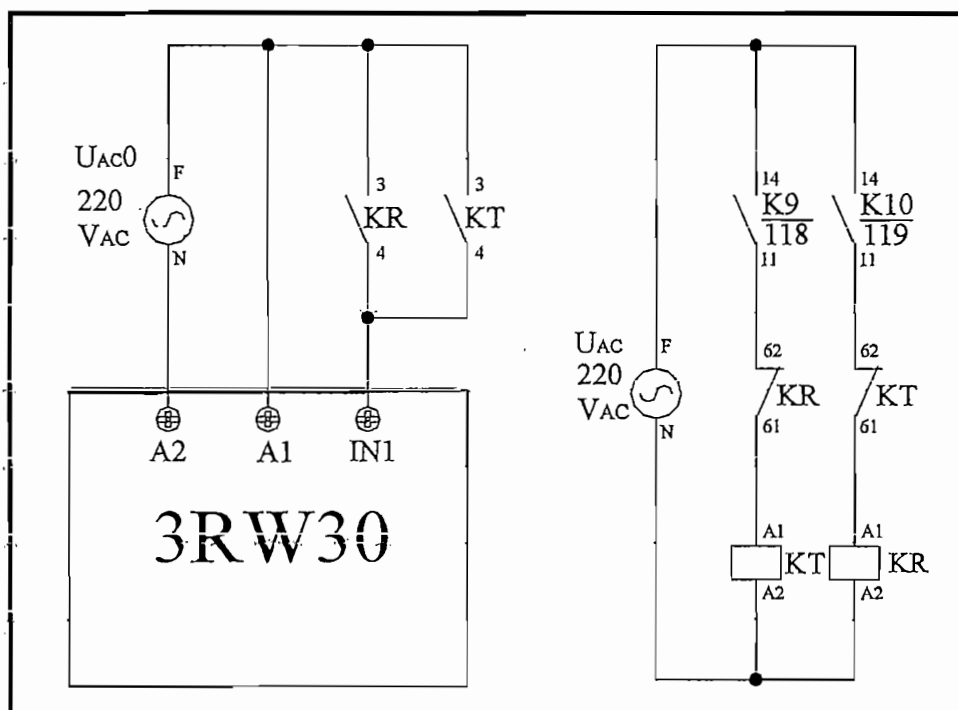


Figura 3.6 Diagrama de control para el arranque suave y cambio en el sentido de giro del tornillos sin fin cono – zaranda (Gordillo – Toro 2004).

3.2.10 TUBERÍA DEL GAS CALIENTE A LA CÁMARA DE MEZCLA

Su función es la de realimentar el gas caliente a la cámara de mezcla. Cuenta con chapaleta de estrangulación en la salida superior del cono, para regular el volumen de gases de realimentación. Esta regulación se lleva a cabo por medio de la manipulación de la chapaleta que afecta a la depresión en el cono.

3.2.11 CÁMARA DE MEZCLA

Con cono de paso del gas caliente. Aquí se mezclan los gases recién generados en la cámara de combustión y los que son realimentados al sistema.

3.2.12 TUBERÍA DE GAS CALIENTE DESDE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN A LA ENTRADA DE LA CÁMARA DE SECADO

Con chapaleta de arranque, transporta los gases generados en la cámara de combustión a la precámara de secado.

3.2.13 CONO DE GAS CALIENTE (F) Y CHAPAleta DE LA CHIMENEA DE EMERGENCIA (G)

El cono de gas caliente y la chimenea de emergencia funcionan simultáneamente y en operación contraria.

Cuando se arranca el sistema de combustión, el cono de gas caliente se abre para dejar paso al aire caliente, mientras que la chimenea de emergencia se cierra para que todo el calor generado pase a la instalación y se disminuya el tiempo de caldeo de la cámara de secado.

La supervisión de posición de las chapaletas del cono y de la chimenea de emergencia se la realiza por medio de finales de carrera instalados de forma de que sean topados cuando el cono está completamente abierto, y cuando la chimenea de emergencia esté completamente cerrada.

Cada final de carrera está asociado a la acción de un polo con contacto NC y NA. Para el efecto de supervisar la posición final de ambos se utilizó el contacto NA.

3.2.14 CHAPALETAS EN LA TOBERA (A)

Modifican la dirección de circulación de los gases para controlar el tiempo de permanencia de las virutas en la secadora.

Si están en dirección al ventilador de gases de recirculación, se tendrá una elevada velocidad axial de los gases y del material. Si están en dirección contraria al ventilador de gases de recirculación, se incrementa el tiempo de permanencia de las virutas dentro de la cámara.

Para la variación de las chapaletas deberá verificarse que el vuelo de las virutas sea uniforme. Si las chapaletas de regulación están demasiado juntas unas contra otras, se tendrá un vuelo de material demasiado accidentado y la salida del material de la cámara será "a golpes". Estas variaciones de carga son perjudiciales para la uniformidad de la humedad final del material.

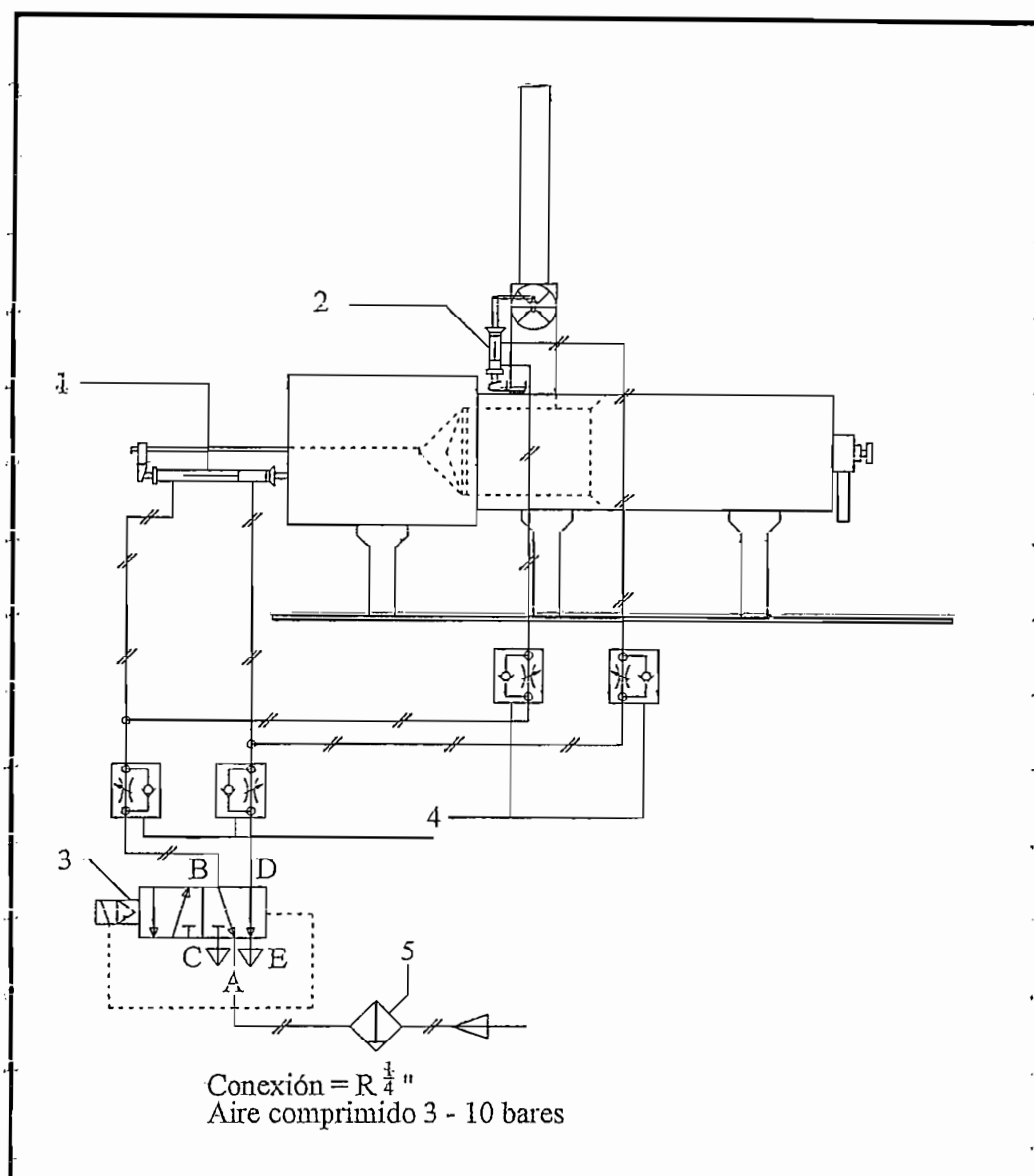


Figura 3.7 Esquema neumático del cono y la chimenea (Gordillo – Toro 2005).

3.2.15 CHAPALETAS EN EL CANAL (B)

Tienen la función de regular la entrada de aire caliente desde la tobera a la cámara. Su regulación se la realiza en la puesta en servicio del sistema.

Con las chapaletas en el canal completamente abiertas, la mayor parte del aire caliente pasaría al último tercio de la cámara de secado.

Con el primer grupo a 45 ° y el segundo cerrado, los gases pasarán a la entrada de la cámara.

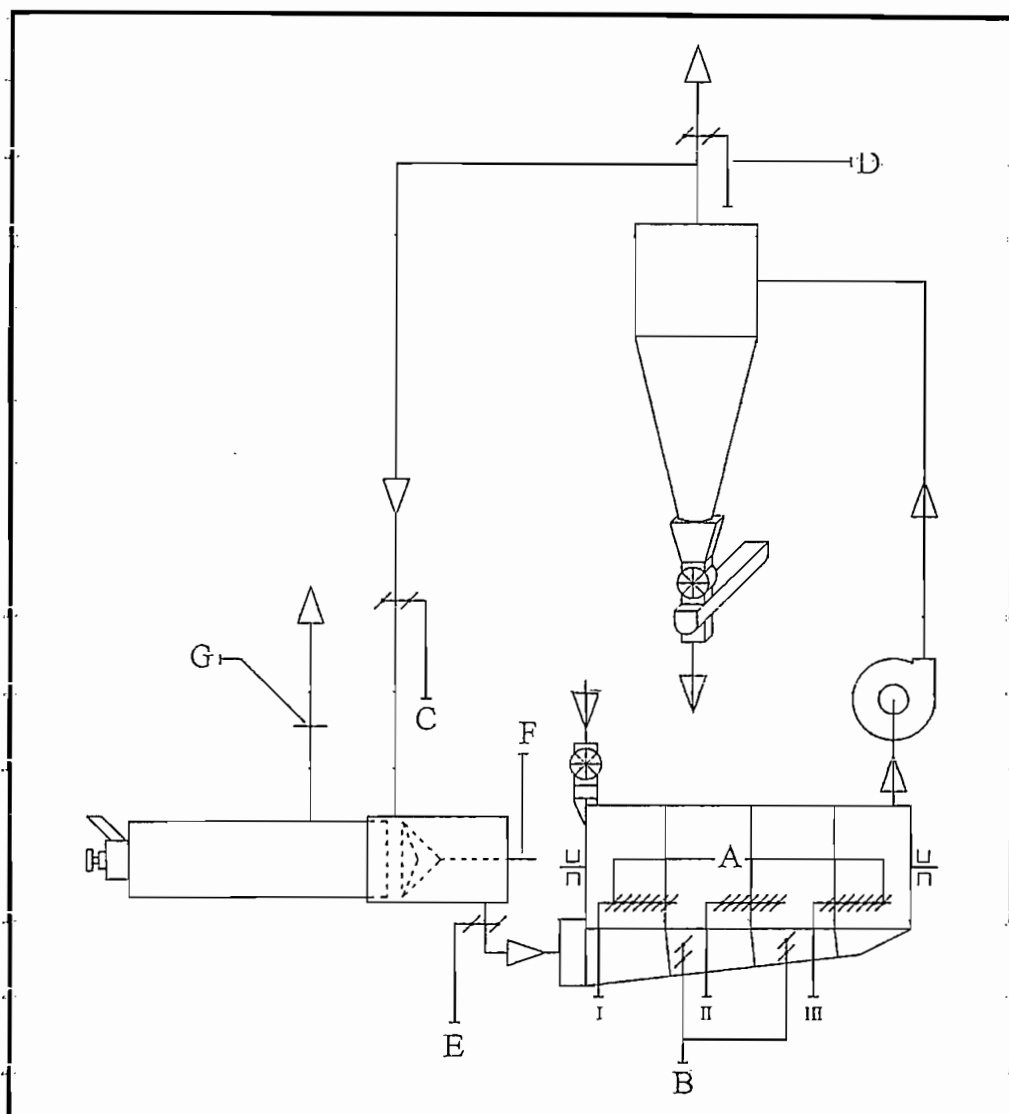


Figura 3.8 Esquema de la ubicación de todas las chapaletas en la instalación (Gordillo – Toro 2005).

3.2.16 CHAPAleta DE ARRANQUE (E)

La función de la chapaleta de arranque es la de impedir una sobrecarga del ventilador de gases de recirculación en el arranque del sistema en frío.

En el arranque en frío, la chapaleta de arranque deberá estar completamente cerrada, de forma que el aire pesado (frío) que aspire el ventilador sea el menor posible. Después del arranque del ventilador y antes del arranque del quemador, se pone la chapaleta de arranque a la posición intermedia.

Si la chapaleta de arranque está completamente abierta, los nuevos gases elevarán la corriente innecesariamente. Una vez calentados los gases es posible abrir la chapaleta de arranque totalmente.

El ventilador puede aspirar los gases livianos de todo el sistema de recirculación de aire, con un consumo de corriente dentro de los límites de tolerancia del motor.

3.2.17 CHAPALETAS DE REGULACIÓN EN LA RECIRCULACIÓN DE AIRE CALIENTE (C y D)

Son chapaletas de estrangulación que ajustan la depresión de la cámara de combustión, y en la salida del ciclón separador.

Con las chapaletas abiertas se tiene completa recirculación de los gases; mientras que si están cerradas, los gases generados son todos lanzados a la atmósfera.

Para la regulación de las chapaletas de estrangulación se debe tener en cuenta la medida de los manómetros instalados junto a cada chapaleta. Una excesiva depresión en el momento del arranque del quemador, representa menor oxígeno en la cámara de combustión, lo que impedirá arrancar el quemador. Se debe estrangular la chapaleta de la cámara de mezcla de forma de tener una depresión en la cámara de entre 2 y 4 m bares.

Ahora bien, si la depresión a la salida del ciclón es muy elevada quiere decir que no se deja salir la suficiente cantidad de gases exhaustos a la atmósfera, entonces la chapaleta deberá estrangularse y tener una depresión de entre 0 y 1 m bares.

3.2.18 SISTEMA DE COMBUSTIÓN COMBINADA DE ACEITE Y POLVO DE MADERA

➤ Elementos constitutivos

- Cámara de combustión de aceite y polvo de madera con doble revestimiento y mirillas (20).
- Quemador de aceite combustible (12).
- Tobera de polvo de madera (25).

- Supervisión de temperatura en la cámara de combustión (2).
- Ventilador de aire primario (18).
- Ventilador de transporte de polvo (25).
- Ventilador de aire secundario (19).
- Estación de transferencia de polvo (31).
- Conducción de transporte de polvo incluyendo chapaletas combinadas de retención y explosión (8).
- Motor de ajuste para la regulación de polvo (28).

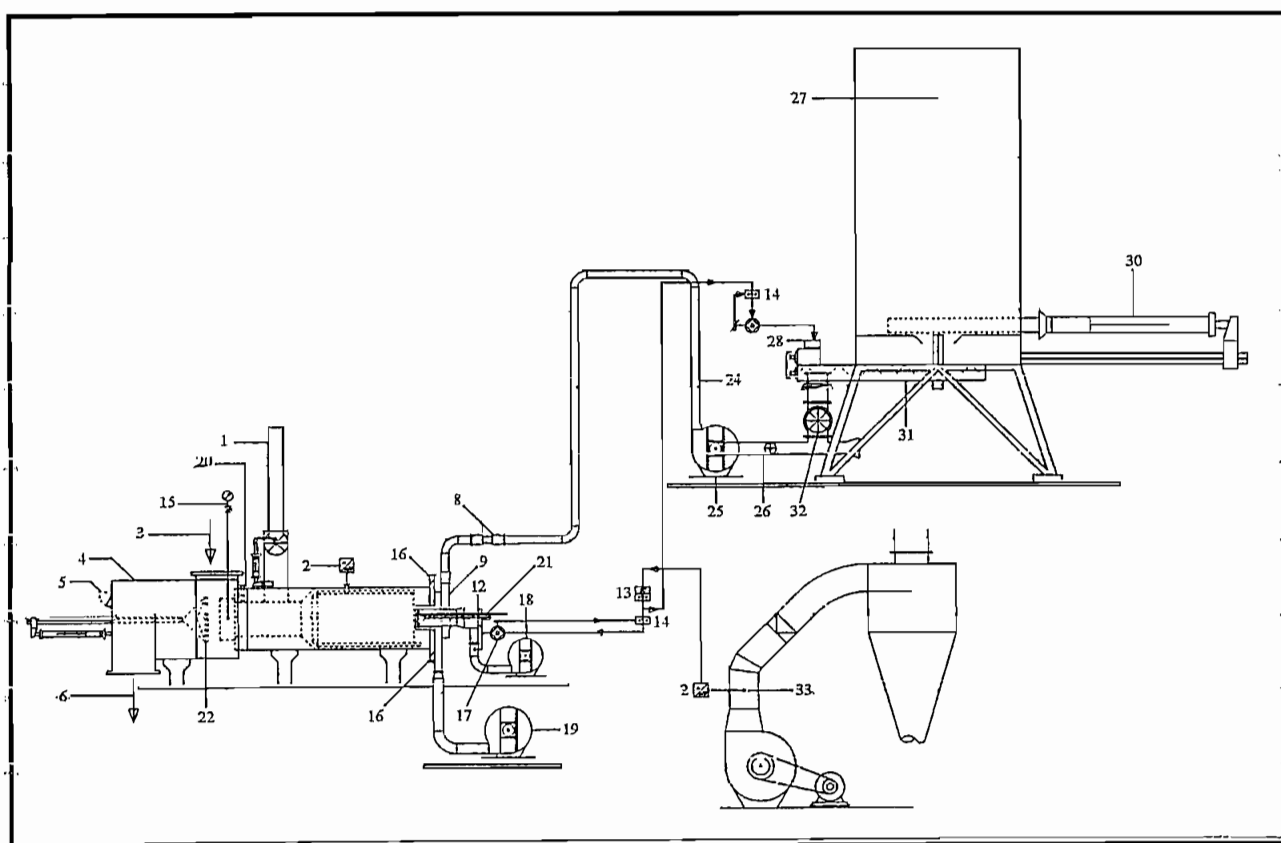


Figura 3.9 Esquema de todos los elementos constitutivos del quemador (Gordillo
— Toro 2005).

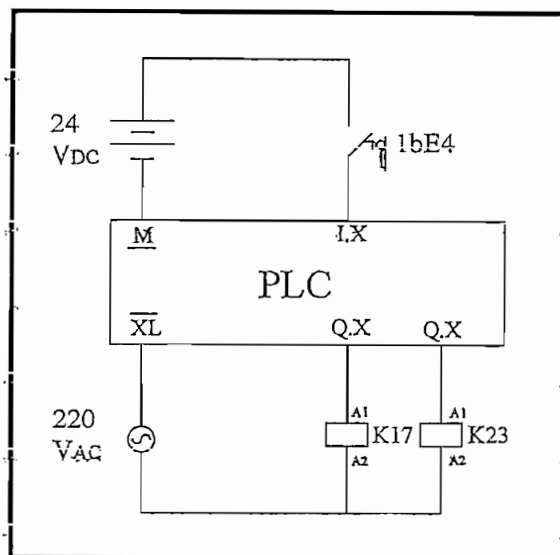


Figura 3.11 Circuito de control del sistema de generación de chispa de encendido (Gordillo – Toro 2004).

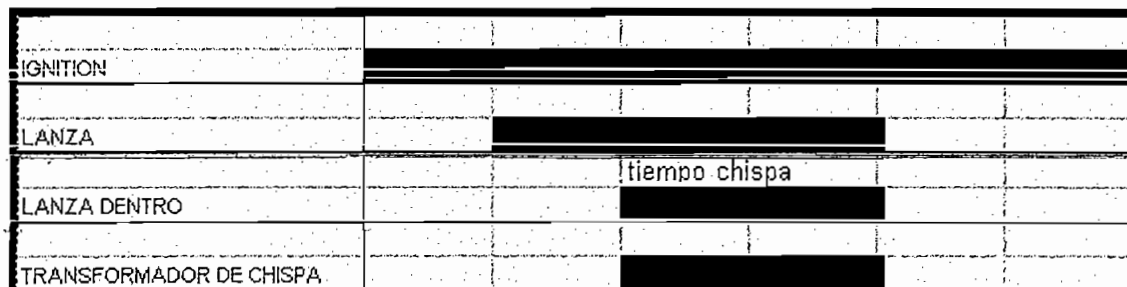


Figura 3.12 Diagrama de tiempos para la generación de chispa de arranque (Gordillo – Toro 2004).

3.2.20 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE POLVO DE MADERA

Como se explicó líneas arriba, para controlar la temperatura de salida de la secadora, es necesario variar la aportación de combustible sólido. Para esto, se modifica la velocidad de la rosca helicoidal que permite la caída del polvo de madera a la canaleta para luego ser transportada al hogar. La modificación de esta velocidad es posible variando la velocidad del motor acoplado a la rosca.

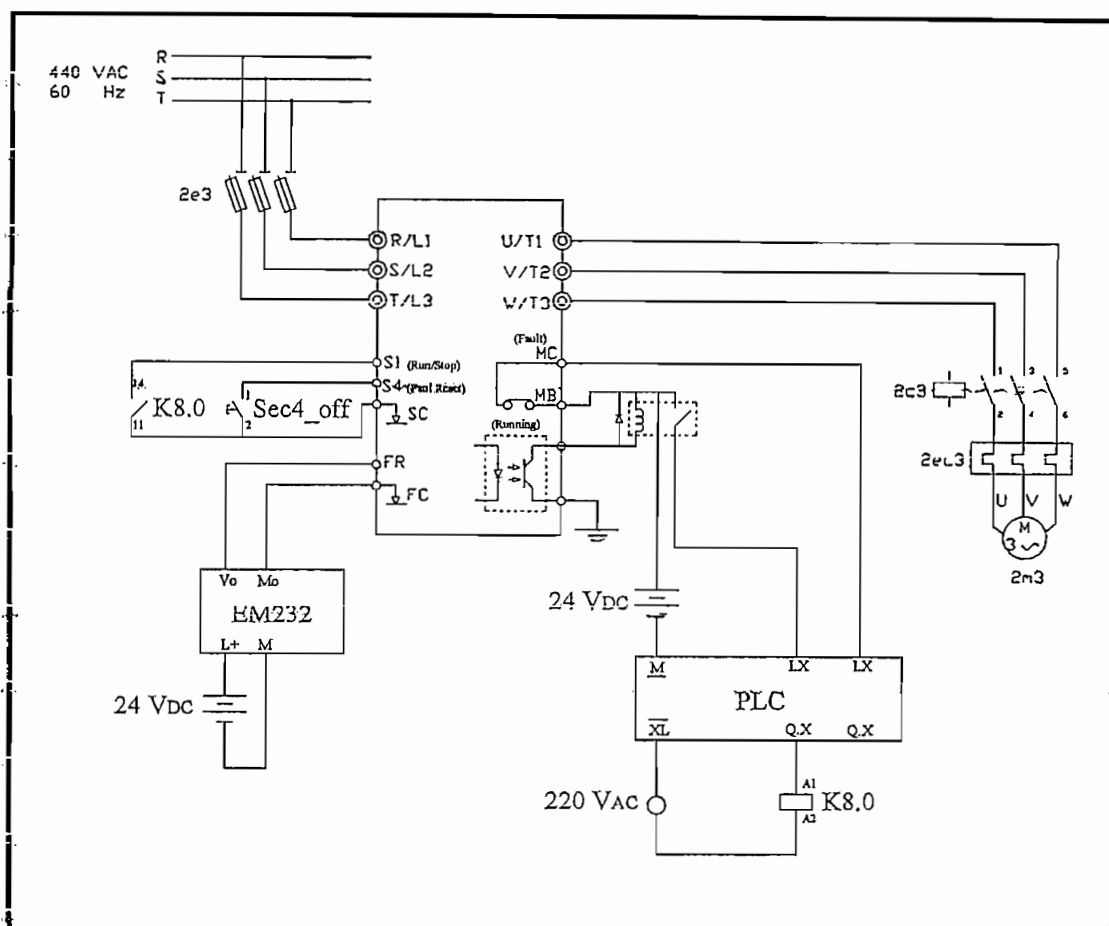


Figura 3.13 Esquema de la conexión eléctrica del variador de velocidad para el sistema de dosificación de polvo de madera (Gordillo – Toro 2005).

El sistema antiguo utilizaba este variador de velocidad, pero con un control electromecánico y con toda la interfaz de control del variador en la consola del mismo.

Dado que en el nuevo sistema el PLC ejecuta la lógica de control, se enlazó una salida análoga de éste a una entrada análoga del variador para controlar la velocidad del motor. Adicionalmente, se incorporaron las entradas de encendido y reset del variador, así como las salidas de falla y la de operación del variador, de forma que el PLC controle y vigile todo el tiempo y de manera total al variador, sin necesidad que se manipule la consola del mismo.

Las conexiones entre el variador y el PLC son mostradas en la figura 3.13.

3.2.21 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO

Al igual que el variador de velocidad modifica la aportación de polvo de madera, el servomotor de la figura 3.14 lo hace con la aportación de combustible líquido. El control consiste en hacer girar al servomotor en un sentido o en otro, a fin de abrir o cerrar el obturador que aprisiona la tubería que permite el paso del combustible.

Posee contactos de posición mínima y máxima que son utilizados para inhibir las señales de apertura o cierre del servomotor y para la labor de arranque, a fin de asegurar que el encendido se realice en la posición mínima del obturador y evitar que exista una explosión por exceso de combustible. La figura 3.14 muestra las partes constitutivas del servomotor, mientras que la figura 3.15 indica el esquema de conexiones.

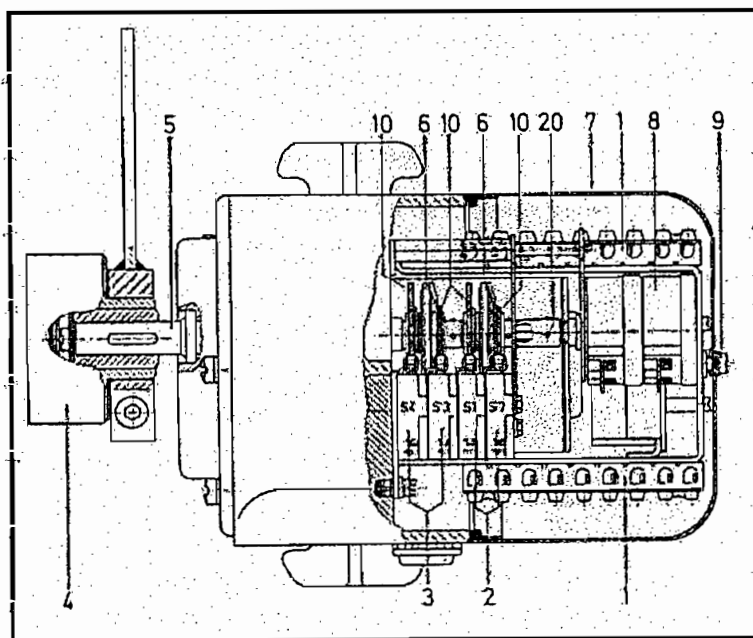


Figura 3.14 Esquema de los elementos constitutivos del servomotor para el aporte de combustible líquido.

En esta figura se tiene:

1. Bloque de terminales
2. Interruptores de posición límite
3. Interruptores de posición límite adicionales

4. Embrague para sobre cargas
5. Eje
6. Disco para calibración
7. Chasis
8. Potenciómetro de retransmisión
9. Cabeza del eje
10. Leva
20. Tornillos de montaje

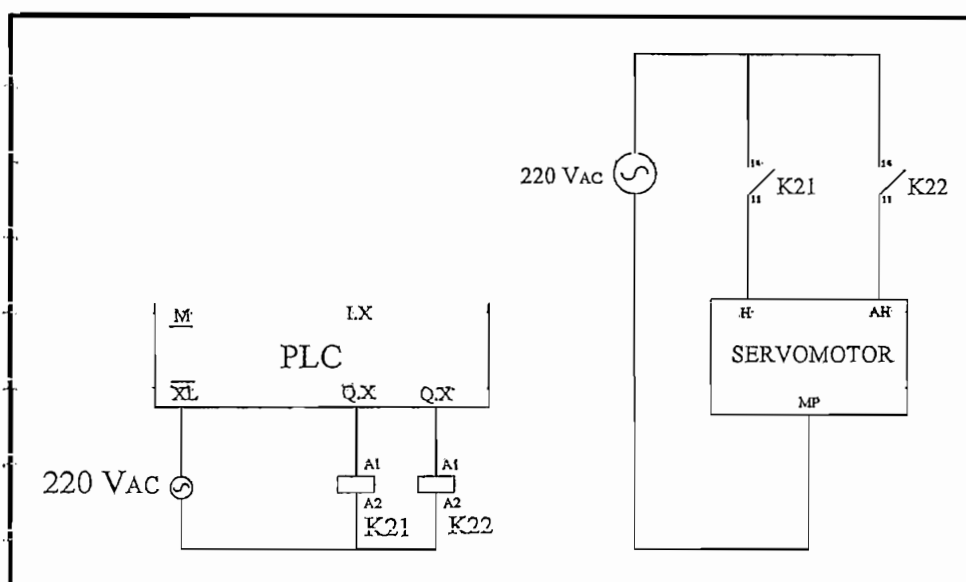


Figura 3.15 Esquema de la conexión del servomotor (Gordillo – Toro 2005).

3.2.22 SISTEMA HIDRÁULICO EN EL SILO DE ALMACENAMIENTO 4

En la parte baja del silo de almacenamiento de polvo de madera, funciona un brazo hidráulico que previene que se formen "cavernas", que son espacios de aire que no permiten la normal aportación de polvo a la rosca helicoidal.

Este brazo mecánico entra y sale del silo cada vez que sean topados los finales de carrera 2bE4 y 2bE3 o si los presostatos en las tuberías de aceite, dan señal de alarma. Este sistema se ilustra en la figura 3.16.

Las cuatro señales llegan al PLC el cual controla los solenoides, de la válvula que permite la entrada y salida del vástago del cilindro. Todo esto ocurre si el motor

3.3 DISPOSITIVOS DE CONTROL

A través de estos dispositivos tiene lugar la operación de los elementos de trabajo, tales como motores y cilindros neumáticos.

Estos elementos, que forman parte del nuevo sistema de control implementado son los siguientes:

- Contactor para motor impulsor eje de rastrillos.
- Contactor para motor impulsor ventilador de gases de recirculación. (línea).
- Contactor para motor impulsor ventilador de gases de recirculación. (estrella).
- Contactor para motor impulsor ventilador de gases de recirculación. (delta).
- Contactor para motor impulsor válvula de descarga.
- Contactor para motor impulsor válvula de carga.
- Contactor para motor impulsor banda transportar.
- Contactor para motor impulsor banda retirar.
- Contactor para motor impulsor ventilador de aire de combustión.
- Contactor para motor impulsor del sistema hidráulico en el silo 4.
- Contactor para motor impulsor de la rosca helicoidal en el silo 4.
- Contactor para motor impulsor ventilador de aire secundario.
- Contactor para motor impulsor ventilador de transporte de polvo.
- Contactor para motor impulsor tornillos sin fin cono – zaranda. transportar.
- Contactor para motor impulsor tornillos sin fin cono – zaranda. retirar.
- Electroválvula lanza.
- Electroválvula cono – chimenea.
- Electroválvula atomizador.
- Electroválvula sopladora.
- Electroválvula circulación.
- Electroválvula hidráulica entrar.
- Electroválvula hidráulica salir.
- Electroválvula limpiador.

3.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN

Constituyen la instrumentación de campo, y como tales, son los encargados de sensor, medir, regular y supervisar las diferentes variables involucradas en el proceso de secado.

La descripción y función que cumplen estos equipos, que a continuación se realiza, se basa en el diseño original de la planta.

3.4.1 SUPERVISOR DE TEMPERATURA A LA SALIDA DE LA SECADORA (B)

Destinado a la supervisión de la temperatura mínima para la aportación de viruta húmeda; y la máxima para apagar el sistema de combustión y poner en reversa el sistema de transporte del material final.

Compuesto de:

- Sonda térmica con termocupla tipo J (Cu – Ni) con rango de medición de - 199.99 a 999.99 ° C.
- Regulador programable con entrada para termocupla tipo J.
- Parametrizado para medir de 0 a 320 ° C y realimentar la señal de temperatura de salida de la secadora al PLC, mediante señal de corriente estándar de 0 a 20 mA en correspondencia con el rango de temperatura parametrizado. Posee un contacto de salida NA para temperatura mínima; y un contacto NC para temperatura máxima (alarma 1).

3.4.2 SUPERVISOR DE TEMPERATURA A LA ENTRADA DE LA SECADORA (A)

Destinado a la supervisión de la temperatura máxima a la entrada de la secadora, para apagar el sistema de combustión y poner en marcha el sistema de evacuación de la viruta seca.

Compuesto de:

- Sonda térmica con termocupla tipo J (Cu – Ni) con rango de medición de - 199.99 a 999.99 ° C.
- Transmisor de temperatura, entrada de termocupla con voltaje de entrada de 0 a 50 mV y salida de corriente estándar de 0 a 20 mA.

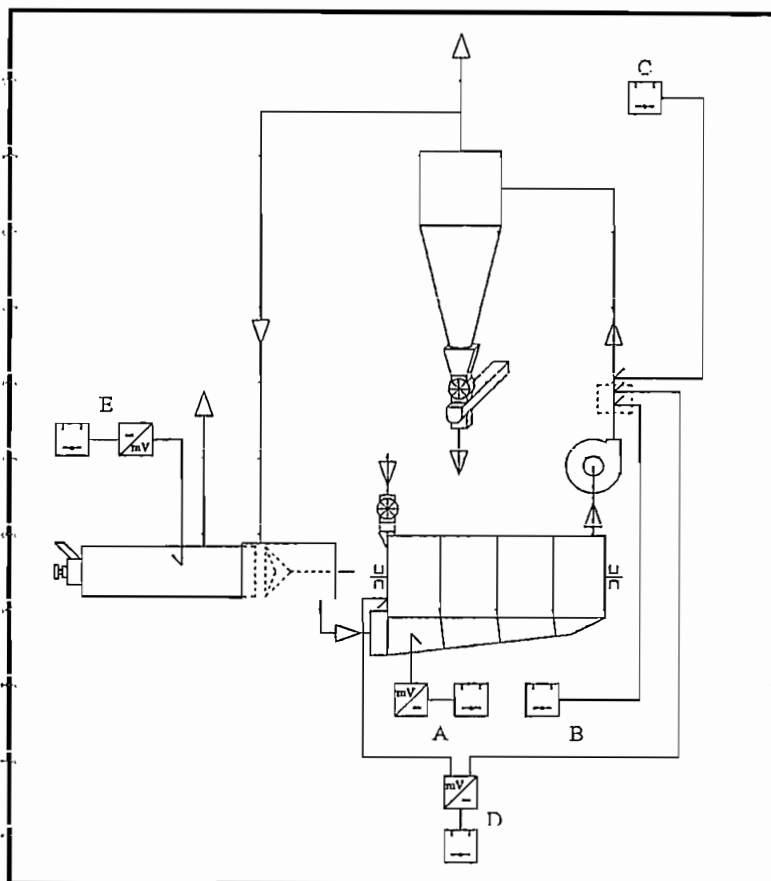


Figura 3.18 Distribución de todos los supervisores de temperatura en el sistema de secado (Gordillo – Toro 2005).

- Regulador programable de 0 a 600 ° C con entrada de corriente de 0 a 20 mA y salida 2 (NA) como contacto de mínimo, y salida 1 (NC) como contacto de máximo.

3.4.3 SUPERVISOR DE TEMPERATURA EN LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN (E)

Destinado a la supervisión de la temperatura mínima para la aportación de polvo de madera; y la máxima para apagar el sistema de combustión y poner en reversa el sistema de transporte de material seco.

Compuesto de:

- Sonda térmica con termocupla tipo K (Ni – Al) con rango de medición de -199.99 a 1250 ° C.

- Transmisor de temperatura, entrada de termocupla con voltaje de entrada de 0 a 50 mV y salida de corriente estándar de 0 a 20 mA.
- Regulador programable de 0 a 1600 ° C con entrada de corriente de 0 a 20 mA y salida 2 (NA) como contacto de mínimo, y salida 1 (NC) como contacto de máximo.

3.4.4 SUPERVISOR DE TEMPERATURA DEL MEDIO SUSTITUTIVO (C)

Supervisa la temperatura mínima necesaria para la aportación de polvo de madera y la máxima, para inhibirla.

Compuesto de:

- Sonda térmica con termocupla tipo J (Cu – Ni) con rango de medición de -199.99 a 999.99 ° C.
- Regulador programable con entrada para termocupla tipo J.
- Parametrizado para medir de 0 a 320 ° C. Tiene programadas la salida 1 (NA) como contacto de mínimo, y la alarma 1 (NC) como contacto de máximo.

3.4.5 SUPERVISOR DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LA ENTRADA Y LA SALIDA DE LA SECADORA (D)

Supervisa la diferencia de temperaturas entre la pared frontal de la secadora (por donde ingresa el material) y la salida de la secadora, con el objeto de tener el porcentaje que representa esta diferencia respecto a la temperatura de salida. Da una idea precisa de la humedad que se está evaporando dentro de la secadora.

Cuando no existe material dentro de la cámara de secado, la temperatura de entrada de la secadora es la temperatura de salida más la temperatura que adquiere la instalación. Es decir, el gradiente de temperatura es prácticamente cero.

Al momento que entra material en la cámara, la termocupla de la pared frontal de la cámara capta la temperatura del material húmedo (20 ° C aprox.), mientras que la termocupla ubicada a la salida de la secadora capta la temperatura del material seco (alrededor de 155 ° C). La diferencia de temperatura tiene un valor diferente de cero. Este valor en mV llega al transmisor Delta T que entrega una señal de 0 a 20 mA, que a su vez es convertida a voltaje estándar de 0 a 10 V y enviada al

PLC, en donde un algoritmo calcula el porcentaje respecto a la temperatura de salida de la secadora y la transmite en señal de voltaje de 1 a 5 V que es el estándar al cual es posible parametrizar el supervisor de temperatura.

Compuesto de:

- Dos sondas térmicas con termocuplas tipo J (Cu – Ni) con rangos de medición de -199.99 a 999.99 ° C.
- Regulador programable con entrada de voltaje de 1 a 5 V para termocupla tipo J.
- Parametrizado para indicar de 0 al 100 %. Además, tienen programada la salida 1 (NA) como contacto de mínimo.

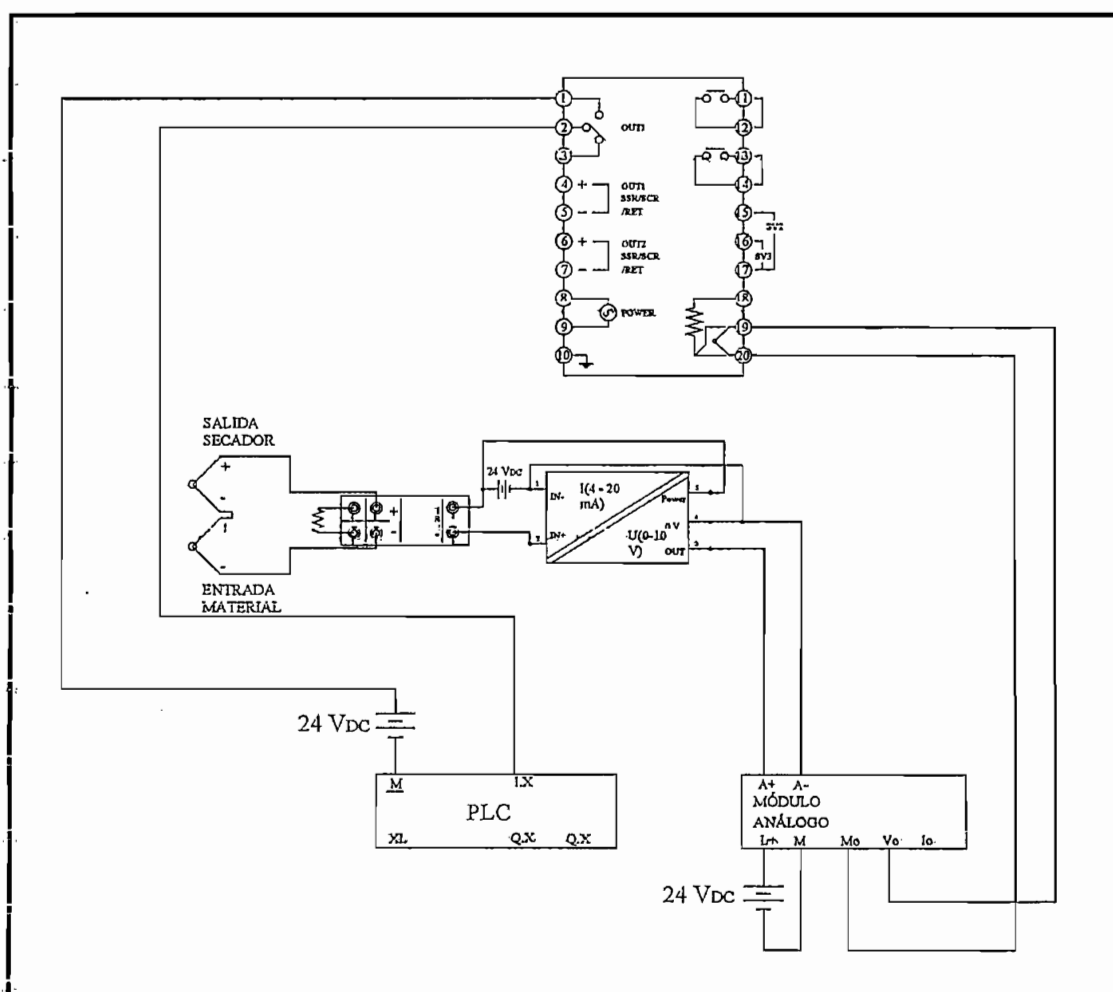


Figura 3.19 Esquema de las conexiones entre el PLC y el controlador de temperatura NX9 para mostrar la señal porcentual delta T (Gordillo – Toro 2005).

3.4.6 SENSOR DE PRESIÓN DE AIRE DEL SISTEMA DE MANDO NEUMÁTICO

Compuesto por solo un contacto libre de potencial, que da al control la certeza de presión mínima para activar las válvulas neumáticas.

Mediante un contacto libre de potencial eléctrico, este sensor da información al sistema de control sobre la presión mínima o máxima disponible en el circuito de mando neumático.

3.4.7 SENSOR DE PRESIÓN DE AGUA DE EXTINCIÓN

Este sensor, compuesto por un contacto libre de potencial, da la certeza al sistema de control de que existe la presión necesaria para llegar a todas las tuberías dentro del proceso de extinción.

3.4.8 SENSOR DE NIVEL DE BUNKER EN EL TANQUE DIARIO

Este sensor, del tipo flotador, supervisa el nivel mínimo de bunker en el tanque diario ubicado cerca del quemador. Su función principal es informar al sistema de control que el tanque está en nivel mínimo.

En condiciones de nivel mínimo, el genera una alarma de nivel; y si la falla persiste después de un tiempo de 24 horas, tiempo que demora el tanque en vaciarse totalmente a partir del nivel mínimo, el sistema bloquea el encendido del quemador.

3.4.9 SENSOR DE NIVEL DE ACEITE EN EL TANQUE PARA EL SISTEMA HIDRÁULICO

Este sensor, de nivel tipo flotador, comunica al sistema de control que el nivel de aceite en el depósito del sistema hidráulico está en su posición mínima o bajo de ella. En condición de nivel mínimo, el sistema da una señal de alarma e inhibe el accionamiento del brazo hidráulico que impide que se formen depósitos de polvo en el silo de almacenamiento 4. Además, se detiene la aportación de polvo de madera para la combustión y se bloquea el encendido de la cuarta sección, mientras no se haya despejado la falla de nivel.

Esta falla es mostrada en luminaria "FALLA NIVEL" en el tablero de control y además se muestra automáticamente la pantalla "NIVELES" en el panel del operador.

3.4.10 SUPERVISOR DE PRESENCIA Y CALIDAD DE LLAMA EN LA CÁMARA

Destinado a efectuar, junto con el PLC, el arranque del caldero y la importante tarea de supervisar la presencia y calidad de llama.

Sus principales componentes son:

➤ *Sensor infrarrojo de llama*

Está compuesto de una fotocélula sensible a la radiación infrarroja, emitida por la llama resultante de la combustión de aceite, gas o combustibles sólidos.

Fue escogido este tipo de sensor puesto que el 90 % del total de la luz emitida en una combustión, está dentro del campo espectral infrarrojo (3×10^{11} a 3.9×10^{14} Hz).

La fotocélula, por si sola, no puede distinguir entre la luz infrarroja emitida por la llama y la que emite el refractario a alta temperatura, sin embargo, la señal del sensor llega a un amplificador que puede llevar a cabo esta labor, cuando detecta diferencias entre las características de las dos fuentes de luz infrarroja.

La llama tiene cierto movimiento aleatorio mientras que el refractario no. La llama detectada por la fotocélula genera una señal variable, mientras que el refractario da una señal constante que el amplificador la filtra. Es así como es posible que el controlador pueda diferenciar entre las dos emisiones.

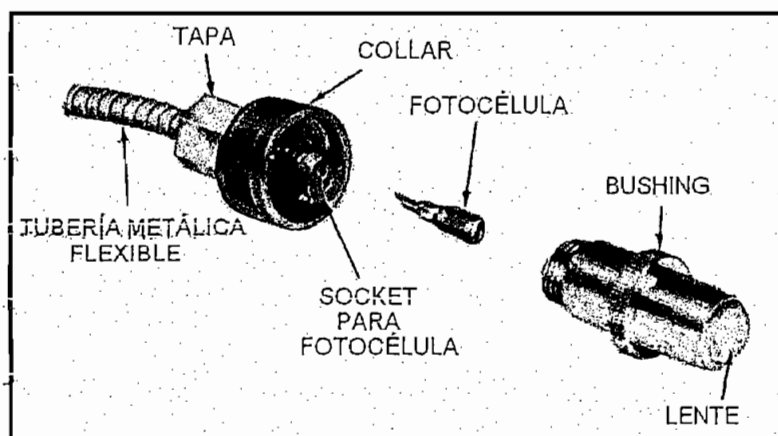


Figura 3.20 Sensor infrarrojo de llama.

El sensor infrarrojo es esencialmente una foto resistencia que decrementa su valor cuando es expuesto a la luz infrarroja. Cuando un voltaje constante es aplicado a esta resistencia variable, se produce un flujo de corriente que aumenta su valor cuando el sensor detecta luz infrarroja.

➤ *Relé controlador de llama*

El relé controlador de llama ejecuta la parte final de la labor de encendido del caldero. Requiere alimentación de 120 Vac, 60 Hz y posee varias entradas y salidas de control, las que se detallan a continuación:

- *Salida alarma*

Ocurre cuando, después de haberse dado la orden de aportar combustible, la llama no es detectada; o cuando en funcionamiento se abre el seguro (entrada 7). Cuando existe señal de alarma, es necesario reiniciar el controlador.

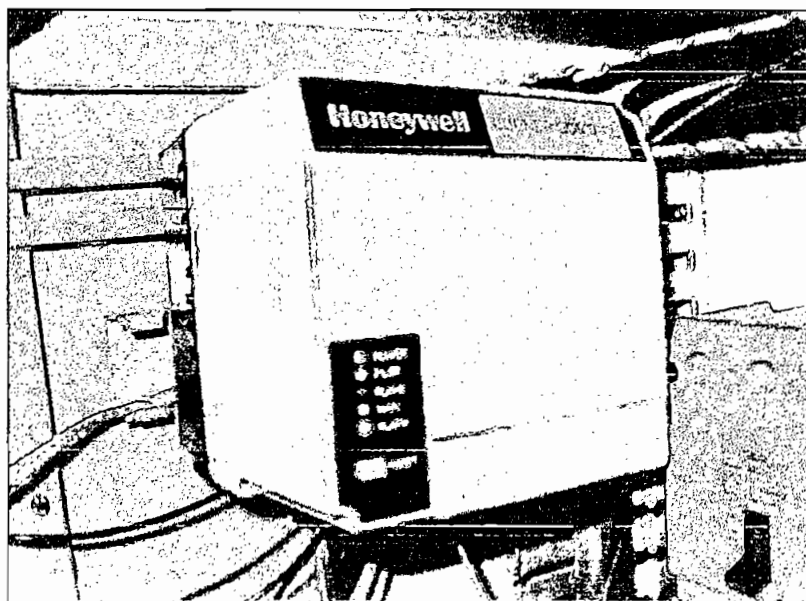


Figura 3.21 Fotografía del relé de llama HONEYWELL (Gordillo – Toro 2005).

- *Entrada control quemador*

Una vez que el controlador se ha energizado, permanece en espera de la señal de encendido que se da por medio de la entrada “control quemador (entrada 6)”. Luego de que ésta se ha dado, inicia la labor de encendido del quemador.

- *Entrada seguro*

El encendido del controlador se da solo si el contacto "seguro" se encuentra cerrado. Si en funcionamiento éste se abre, el controlador se alarma. Este contacto sirve como seguridad para el funcionamiento del caldero, por ejemplo, es conveniente, en un sistema de combustión, instalar un interruptor de aire de forma de asegurar que el ventilador de combustión este funcionando mientras el caldero está encendido. Si se conecta este interruptor a la entrada "seguro" el relé estará listo para alarmarse y apagar el quemador si la circulación de aire dentro del hogar se detuviera.

Ahora bien, dado que al PLC llegan todas las señales de mando, incluido el interruptor de aire que encierra la señal de seguridad, el control de encendido y apagado del caldero solo se realiza desde la entrada "control quemador". Además, y para efecto de simplificar la operación, es conveniente que el operador sepa que el controlador se alarmará solo por una falla en el encendido, mas no por las múltiples fallas que pueden existir.

- *Salida válvula piloto / ignición*

Esta salida es energizada después de transcurrido el tiempo de purga de 10 s propio del controlador de llama. Es utilizada típicamente para energizar la válvula que permite el paso del combustible de arranque y de encender el sistema de chispa.

La salida también encargada de excitar la electroválvula para el combustible piloto, fue utilizada para energizar el transformador y generar la chispa que inicia la combustión.

- *Salida válvula de mantenimiento de llama*

Esta salida es utilizada para energizar las electroválvulas, que permiten el paso del combustible líquido.

- *Manipulación de las señales desde el PLC al relé de llama*

Debido al problema de incompatibilidad de las señales de voltaje, para poder enlazar el PLC con el controlador de llama, fue necesario aislar completamente la

fuente que energiza las salidas del PLC, de la fuente que energiza las entradas al controlador.

Para superar este inconveniente, se optó por conectar un relé auxiliar en una de las salidas del PLC y a través de los contactos de éste, realizar las conexiones al relé de llama, tal como se muestra en la figura 3.22.

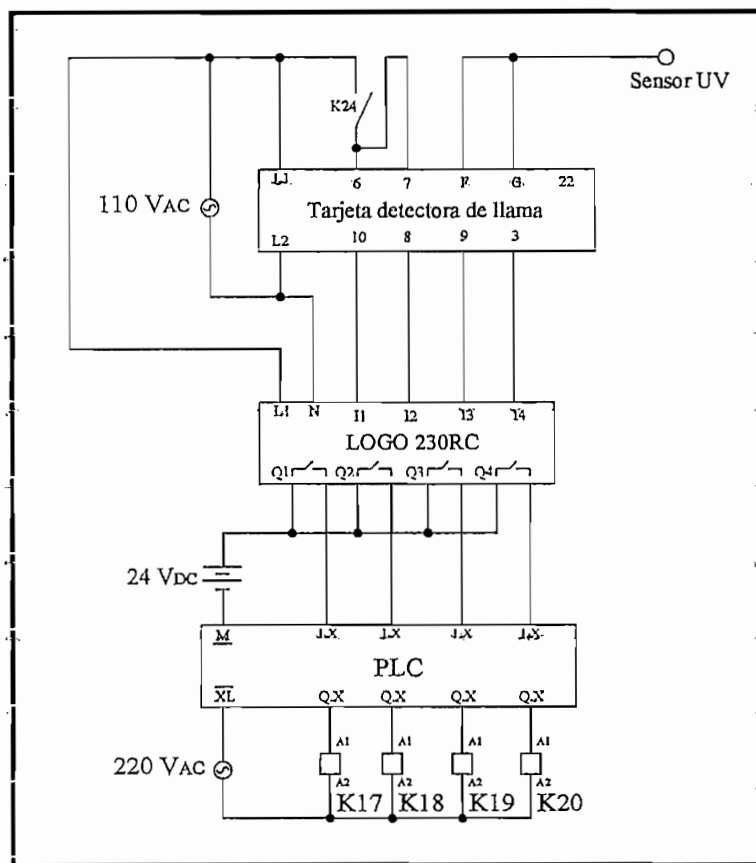


Figura 3.22 Esquema de las conexiones entre el controlador de llama, el relé inteligente LOGO y el PLC (Gordillo – Toro 2005).

| | | | | |
|--------------------|--|--------|--------|--|
| ALARMA | | | | |
| ORDEN DE ENCENDIDO | | | | |
| IGNICIÓN | | 10 seg | | |
| MANTENIMIENTO | | | 40 seg | |

Figura 3.23 Diagrama de tiempos conseguidos después del tratamiento de las señales de controlador de llama (Gordillo – Toro 2004).

- *Manipulación de las señales desde e relé de llama al PLC*

El siguiente inconveniente fue que las salidas del relé no son libres de potencial, así que había que convertir las señales de voltaje de 120 Vac a contactos libres de potencial, para poder llegar con estas señales al PLC.

La solución fue utilizar un relé inteligente LOGO que admite señales de entrada de 120 Vac y genere salidas de contactos libres de potencial, las que son utilizadas para introducir las señales de entrada de 24 Vdc al PLC.

- *Voltaje de la llama*

En el control de un caldero es recomendable verificar la calidad de la llama que se logra en el hogar, con el objeto de que si el operador, por medio de un galvanómetro, detecta que la llama no es buena, tome acciones correctivas para normalizar la combustión.

Aunque por si solo el sistema de control apagará el caldero, si las condiciones de combustión no son las adecuadas, es necesario que el operador reaccione antes, para asegurar, en lo posible, una operación constante del sistema de combustión y consecuentemente del sistema de secado.

El relé controlador de llama utilizado, posee una señal "main", que indica la existencia o no de fuego. Esta señal, se la introduce al PLC, en donde se la estandarizó de forma de tener, a la salida del PLC una señal análoga correspondiente ha dicho valor.

Puesto que el galvanómetro disponible para medir esa corriente de salida (de 0 a 20 mA), tiene un rango de medición de 0 a 100 μ A, fue necesario poner una resistencia adicional en paralelo con el galvanómetro, cuyo valor, de 40 Ω , obedece al siguiente cálculo:

$$I_g = \frac{R_{ext}}{R_g + R_{ext}} * I_{max}$$

[Ecuación 3.13]

Donde:

- **I_g**: Corriente para conseguir fondo de escala en el galvanómetro (dato de placa 100 uA.).
- **R_{ext}**: Resistencia adicional que se requiere poner en paralelo con el galvanómetro; para que la máxima corriente de la salida del PLC de (20 mA) corresponda a la máxima escala del galvanómetro (100 uA).
- **R_g**: Resistencia del galvanómetro (8 kΩ aprox.).
- **I_{max}**: Corriente máxima a la salida del PLC (20 mA).

Despejando R_{ext} y reemplazando resulta:

$$R_{ext} = \frac{0.1mA}{20mA - 0.1mA} * 8k\Omega$$

$$R_{ext} = 40.2\Omega$$

3.4.11 ESTADO DE SOBRECARGA DE TODOS LOS MOTORES INVOLUCRADOS

El sistema de control se entera de que existe o no sobrecarga en los motores, por medio de los contactos auxiliares que están asociados a los relés térmicos de protección. La señal utilizada para este efecto, es la que dan los contactos NC, que posee cada relé térmico.

3.4.12 SUPERVISORES DE FASE

Son relés de control, conectados a dos fases de cada motor después de los fusibles de protección. Su función es la de informar al PLC, la ausencia o desbalance de voltajes en los circuitos de fuerza. Los contactos NA de este relé se conectan en serie con los contactos NC de los térmicos, a fin de que una falla en la alimentación de los circuitos de fuerza, sea procesada con la prioridad de una falla de térmico.

3.4.13 SENSOR DE APERTURA MÁXIMA DE LA CHAPAleta DE AIRE

Interruptor final de carrera, instalado en la posición de máxima apertura de la chapaleta de aire. Como entrada al PLC fue utilizado un contacto normalmente abierto.

3.4.14 SUPERVISOR DE AIRE DE COMBUSTIÓN

También llamado interruptor de aire, cumple la función de verificar que el ventilador de aire de combustión esté efectivamente cumpliendo su labor. Su operación se basa en la presión que ejerce el aire aspirado por el ventilador, sobre un contacto normalmente abierto.

3.4.15 SENSOR DE TEMPERATURA MÍNIMA PARA EL BUNKER

A temperatura ambiente, el bunker es un líquido muy viscoso y pesado; por lo que para su transporte al caldero y su posterior pulverización, es necesario calentarlo a una temperatura de alrededor de 110 ° C.

El sistema de calentamiento del bunker no es objeto de estudio en este proyecto; sin embargo, el nuevo sistema de control debía tener la certeza de que efectivamente se tiene la temperatura tal, como para utilizar el bunker en la combustión.

Para este fin se utilizó un contacto de alarma del controlador de la temperatura del bunker, el cuál se cierra después de una temperatura de 100 ° C.

3.4.16 SUPERVISOR DEL ESTADO DE LAS BOMBAS DE COMBUSTIBLE

La inyección de combustibles líquidos al caldero está controlada por medio de dos bombas para el bunker, y una para el diesel.

Las bombas de bunker funcionan, alternadamente, para traer el combustible desde el tanque diario hasta las tuberías de circulación y calentamiento; mientras tanto, la bomba de diesel transporta el líquido desde el tanque reservorio de diesel, instalado junto al quemador.

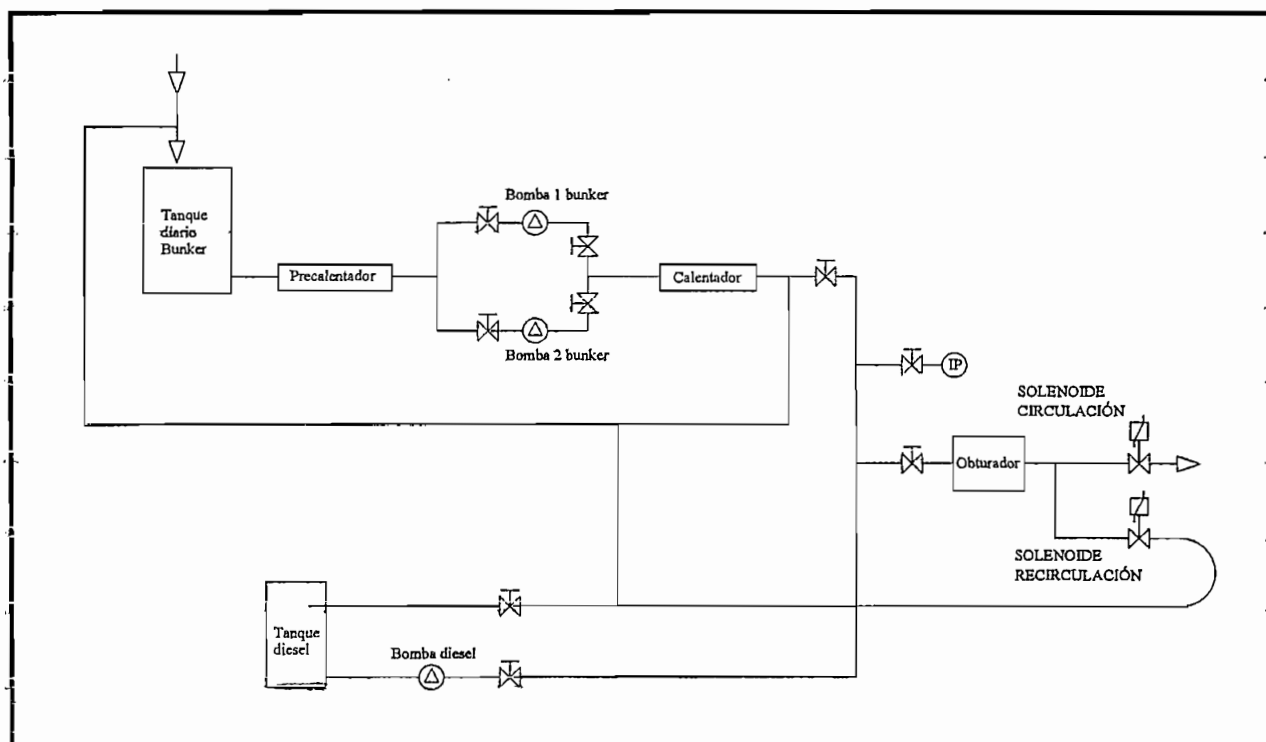


Figura 3.24 Sistema de alimentación y recirculación de combustibles líquidos (Gordillo – Toro 2005).

Las tres bombas se operan manualmente a partir de pulsantes que comandan contactores.

Dado que el nuevo sistema se enciende y funciona automáticamente, no es posible especular y ejecutar acciones de control, asumiendo que el operador encendió las bombas para la inyección de combustible, así que se optó por verificar esta acción, a partir del estado de los contactores que energizan las bombas, lo que significaría la existencia de combustible en las tuberías y que el sistema está listo para encenderse. Si el operador no enciende ninguna bomba, el panel táctil da una señal de alarma y el quemador no podrá encenderse.

3.5 SECCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SECADO DE VIRUTA

Una vez conocida la lógica que gobierna la operación del sistema de secado de viruta y todos sus componentes, se debía establecer que nivel de automatización era conveniente.

En teoría, un proceso, con la instrumentación adecuada, puede ser totalmente automatizado, pero los costos del proyecto se elevarían ostensiblemente.

Para evaluar el nivel de automatización al cual era posible llegar se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- Como se describió antes, son varios los factores que gobiernan la calidad del material a la salida de la secadora, sin embargo solo la temperatura de salida de la cámara era posible de controlar automáticamente.
- El ajuste de las chapaletas directrices, que varían el tiempo de permanencia del material dentro de la cámara, y de las que modifican el paso de aire caliente dentro de la cámara, poseen ajuste manual.
- En caso de incendio, es necesario que el operador tenga cierto grado de libertad para maniobrar, de forma que el incendio no llegue al sistema separador de partículas, o peor aún, a los silos de almacenamiento.
- Dejar todo el control en manos del operador, habría significado demasiadas acciones, decisiones, y una gran cantidad de elementos de mando; situación que era menester cambiar, ya que uno de los principales objetivos de este proyecto era el de simplificar la operación.

Concluimos entonces que el sistema sería semiautomático, lo que implica que el sistema de control, por sí solo, ejecutaría las labores de supervisión de las variables críticas del proceso y siempre comunicándolas al operador por medio de la señalización adecuada o el panel táctil.

En condiciones que pongan en riesgo a la instalación, el control reaccionaría automáticamente sin esperar respuesta, mientras que cuando se tenga valores de proceso que no sean los apropiados para la calidad del material, sería el operador el que tome la decisión de continuar o no con la producción, tomando en cuenta que, si no lleva a cabo alguna acción correctiva y las variables del proceso se vuelven críticas, el control reaccionaría por sí solo.

Con estas premisas, se decidió dividir al sistema en cinco grandes secciones, las que son operadas cuando el control de la secadora está en modo automático; a saber:

3.5.1 SECCIÓN 1 (SECADOR)

Comprende:

- Tornillo sin fin cono – zaranda en acción retirar.
- Válvula de descarga.
- Eje de rastrillos.
- Ventilador de gases de recirculación.

Cuando se energiza el sistema, debe estar en funcionamiento todo el grupo de máquinas que sirve de transporte del material dentro y fuera de la cámara, a fin de evacuar cualquier residuo o escombros que no sirva como materia prima en el encolado.

3.5.2 SECCIÓN 2 (AIRE DE COMBUSTIÓN)

Está compuesto por:

- Ventilador de aire de combustión.
- Accionamiento del cono y la chimenea de emergencia.

No fue puesto el ventilador de aire de combustión en la sección del quemador porque, como hemos dicho, el funcionamiento del quemador no puede darse sin que previamente se haya operado el ventilador.

3.5.3 SECCIÓN 3 (QUEMADOR)

Se compone de:

- Servomotor para controlar la aportación de aire – combustible.
- Válvulas de circulación y recirculación de combustible.
- Válvula para la atomización del combustible.
- Válvula para soplar y limpiar las tuberías.
- Válvula para limpiar el lente del sensor.
- Control sobre el transformador de chispa.
- Control sobre la lanza portadora de los electrodos para la generación de la chispa de arranque.
- Relé de llama.

Es la sección a la que se puso especial cuidado en cuanto a su operación, por tratarse de un sistema de combustión en donde, un mal funcionamiento puede significar, incluso, la explosión del caldero.

3.5.4 SECCIÓN 4 (APORTE DE POLVO DE MADERA)

Son elementos de esta sección:

- Ventilador de aire secundario.
- Ventilador de transporte de polvo.
- Accionamiento sobre la rosca helicoidal.

En esta sección se agruparon todas las máquinas que tienen que ver con el transporte y la dosificación del combustible sólido a la cámara de combustión.

3.5.5 SECCIÓN 5 (APORTE DE VIRUTA HÚMEDA)

Las máquinas que la componen son:

- Válvula de carga.
- Banda de viruta húmeda en acción transportar.

En esta sección se agruparon las máquinas cuya función es la de aportar material a la cámara de secado.

Existen dos sistemas adicionales, cuyo funcionamiento es igualmente importante.

Estos dos sistemas son:

- El sistema hidráulico para el silo de almacenamiento de polvo de madera (silo 4), que bien podría ser considerada en la sección 4.
- Tornillo sin fin cono zaranda, en acción transportar. (lo cual ocurre después de encendido el quemador).

3.6 SECUENCIA DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL SISTEMA

Este subcapítulo tiene por objeto explicar de manera gráfica, la secuencia de encendido y apagado del sistema, tanto en modo automático, como en modo manual.

Tal como se explicó líneas arriba, la instalación está dividida en cinco secciones. Cada sección posee a su vez una o más máquinas o sistemas que entran en cierto orden de operación y bajo ciertas condiciones.

De igual forma, el apagado debe obedecer a una secuencia y cumplir ciertas condiciones de seguridad, que el sistema, de por sí, no permite al operador pasar por alto.

Para simplificar la explicación, se procederá a mostrar la secuencia de encendido y apagado en forma gráfica, utilizando la simbología mostrada en la figura 3.25.

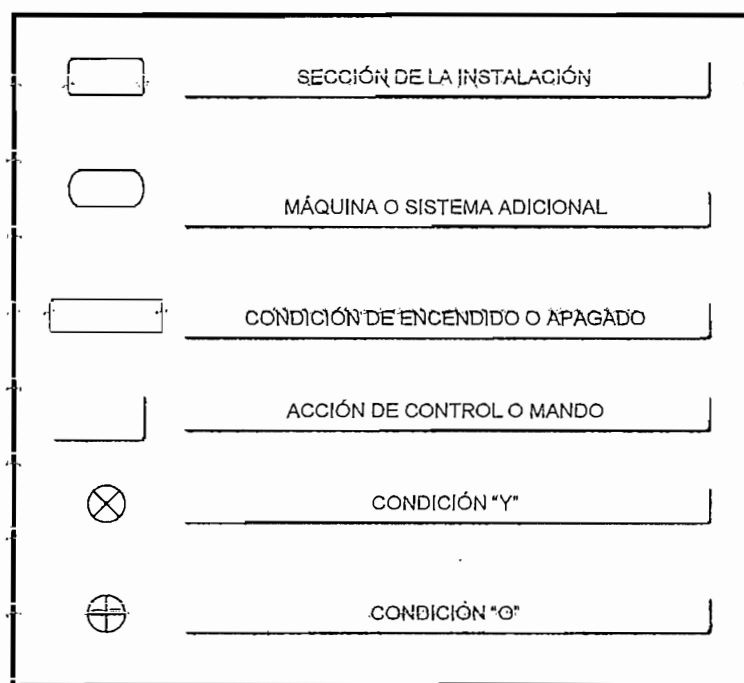


Figura 3.25 Simbología utilizada para los diagramas de funcionamiento (Gordillo Toro 2004).

3.6.1 SECUENCIA DE ENCENDIDO EN MODO AUTOMÁTICO

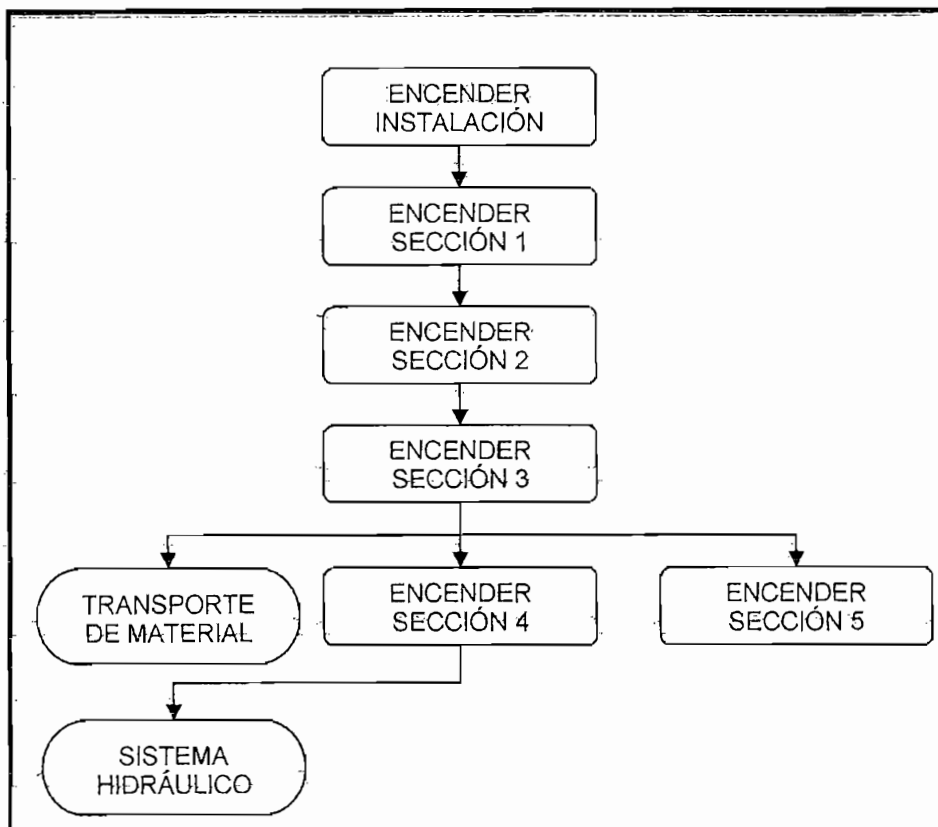


Figura 3.26 Secuencia de encendido de la instalación (Gordillo – Toro 2004).

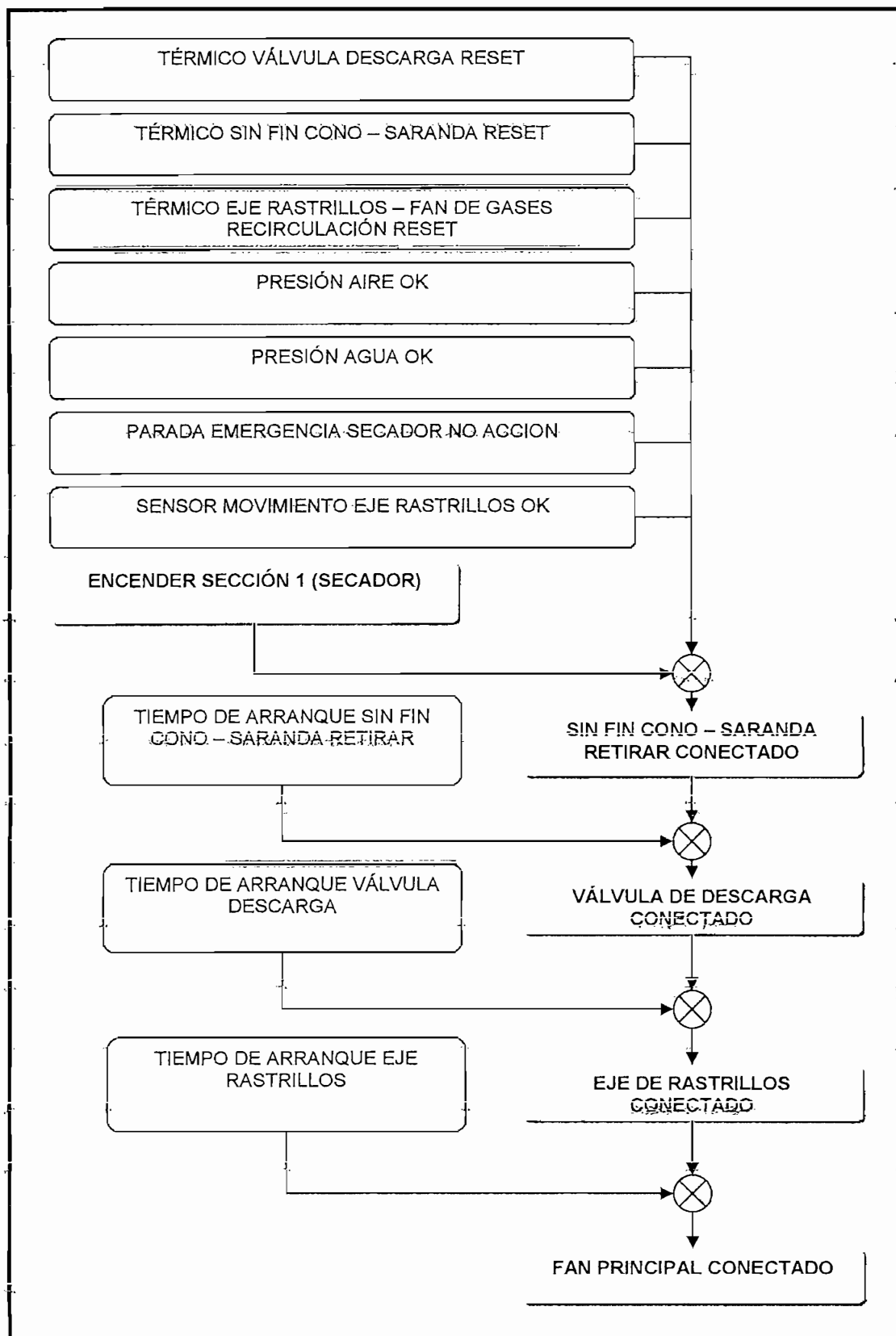


Figura 3.27 Secuencia de encendido de la primera sección (Gordillo – Toro 2004).

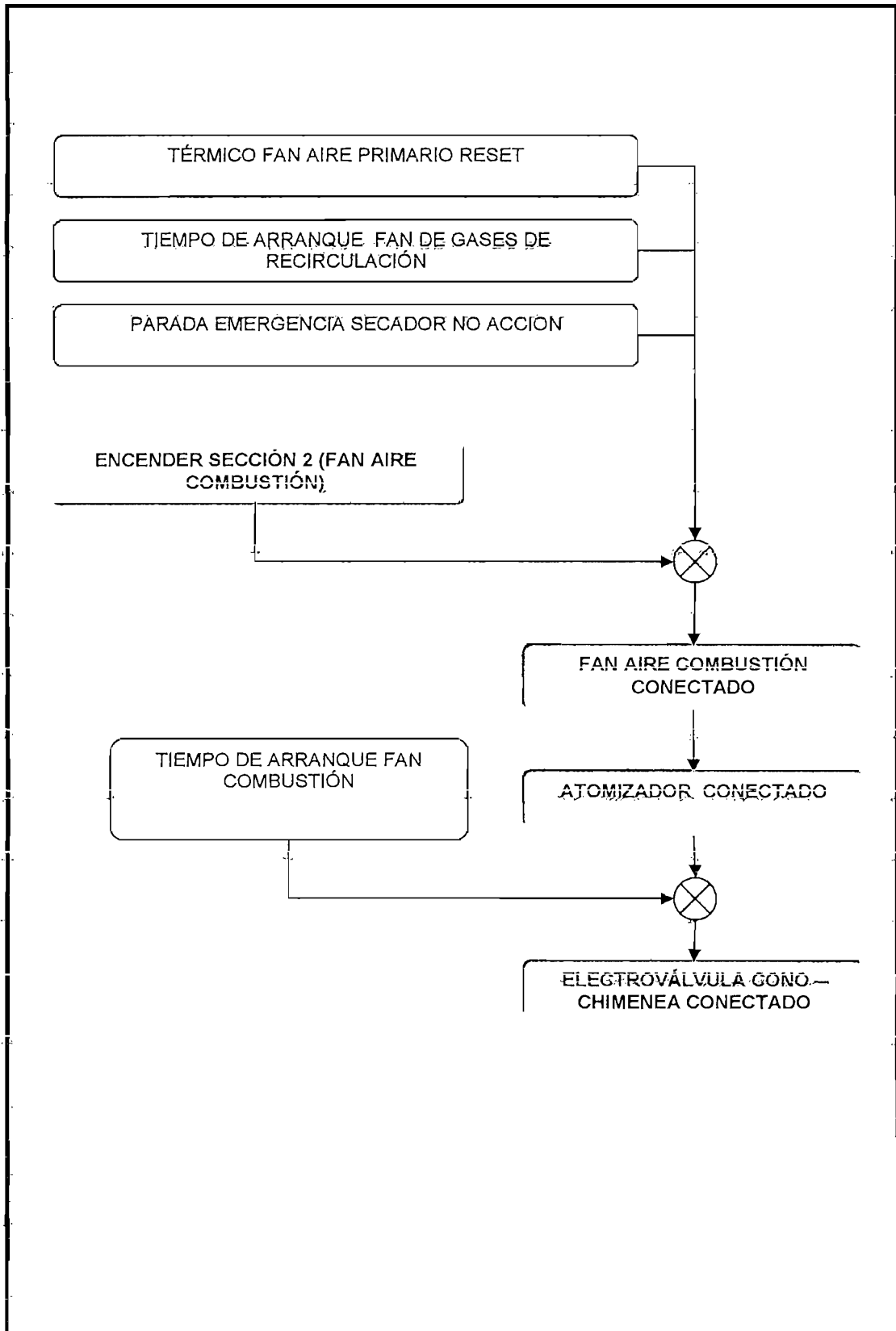


Figura 3.28 Secuencia de encendido de la segunda sección (Gordillo – Toro 2004).

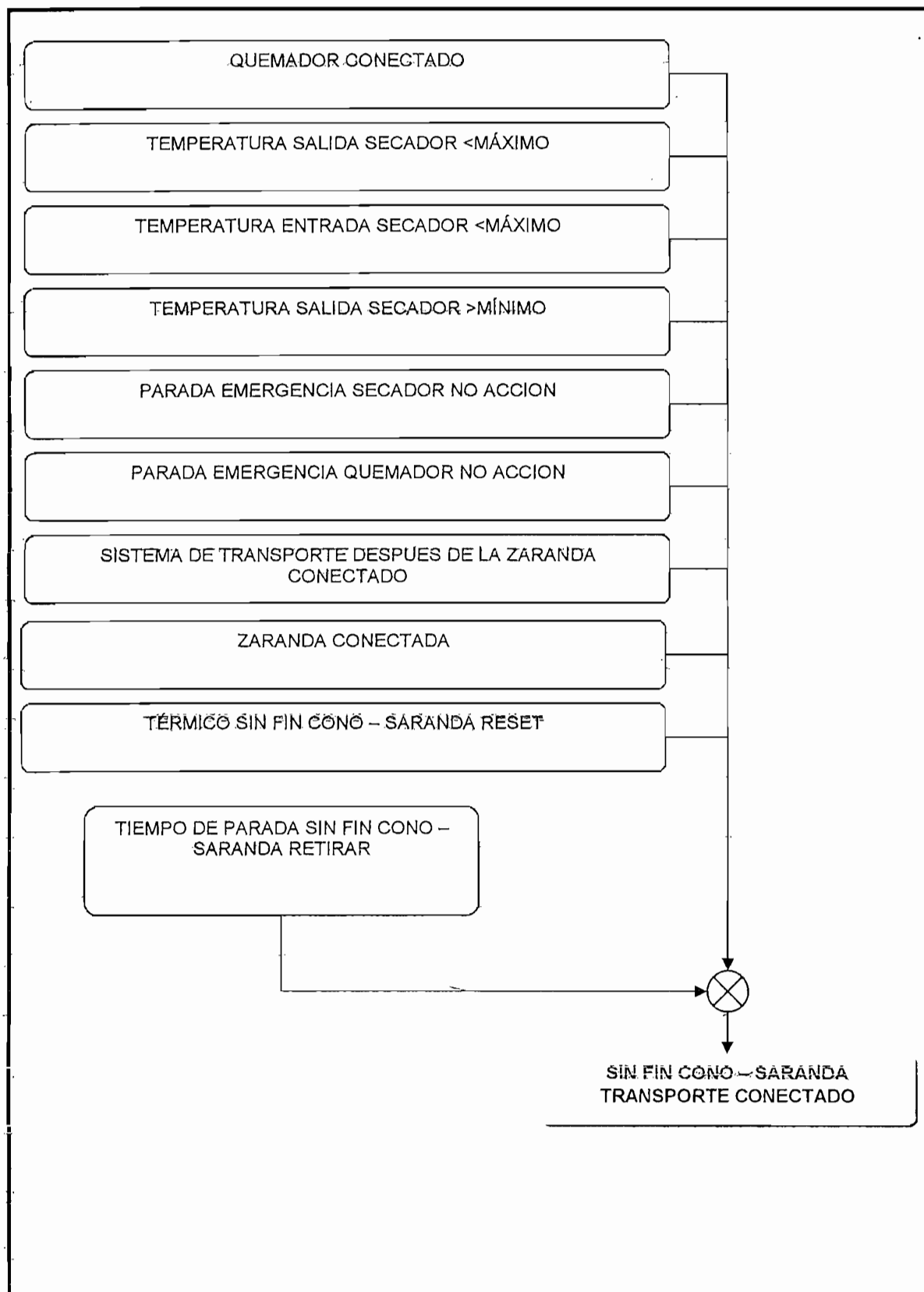


Figura 3.30 Secuencia de encendido del TSFCS transportar (Gordillo – Toro 2004).

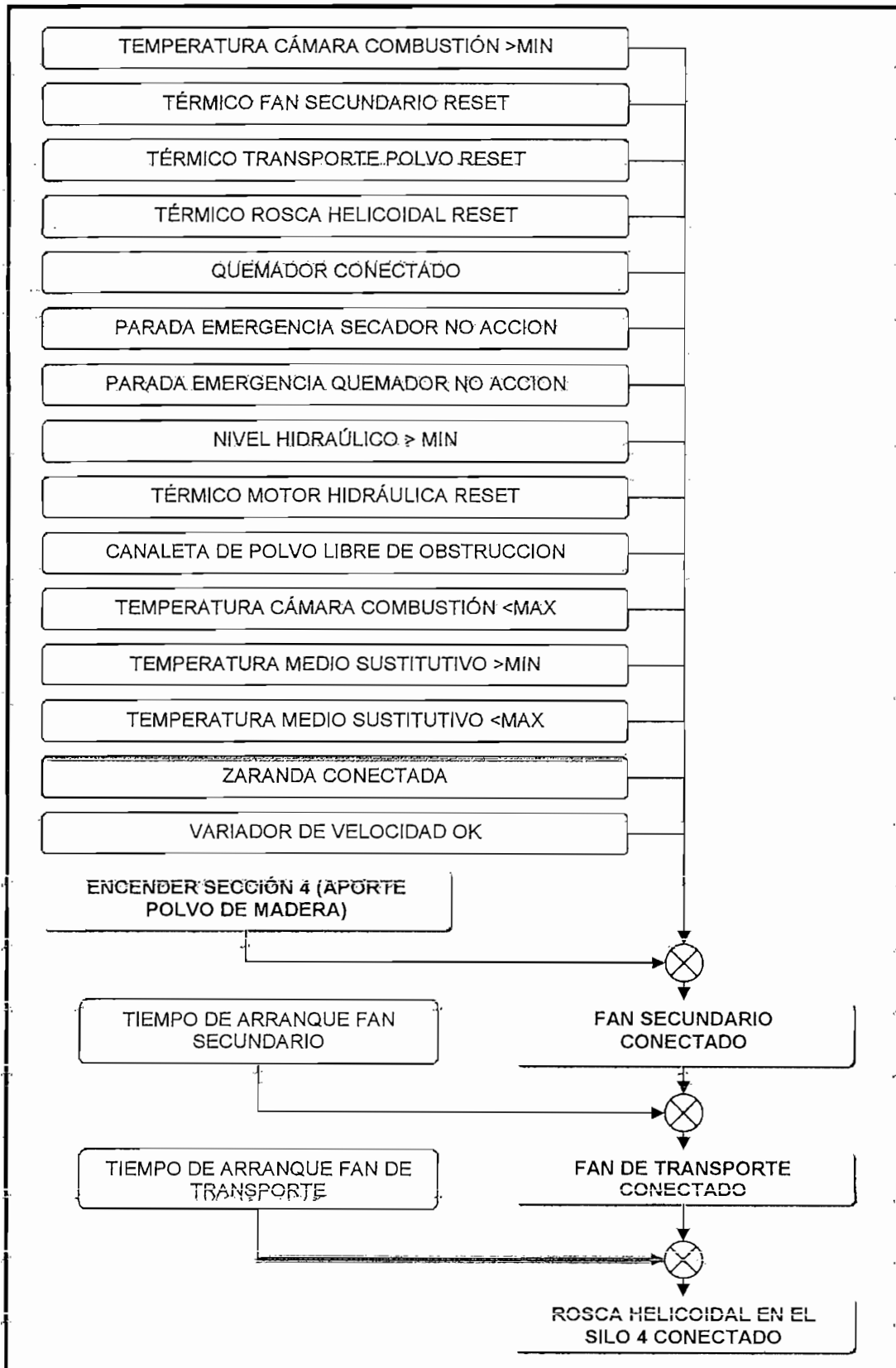


Figura 3.31 Secuencia de encendido de la cuarta sección (Gordillo – Toro 2004).

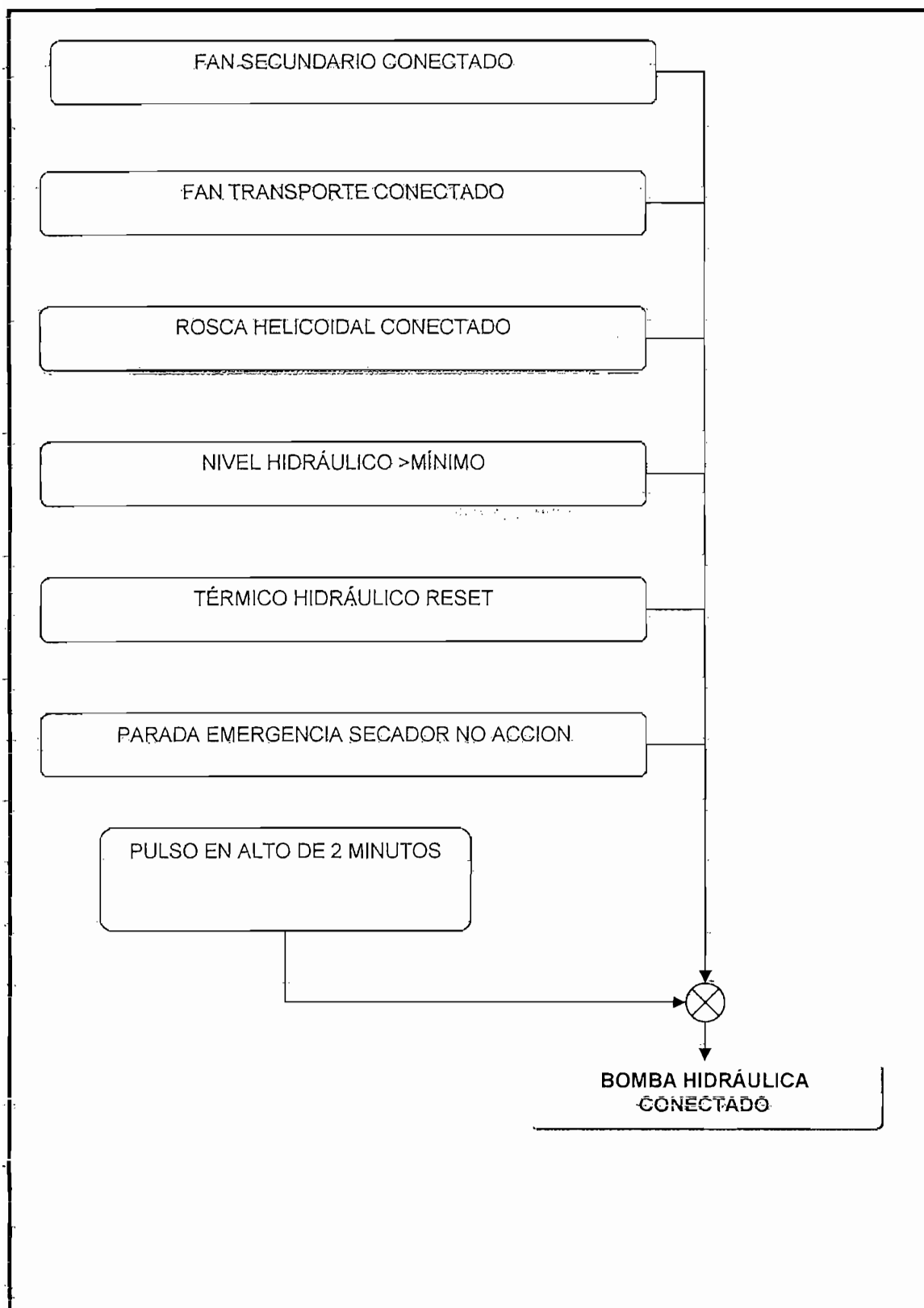


Figura 3.32 Secuencia de encendido del sistema hidráulico (Gordillo – Toro 2004).

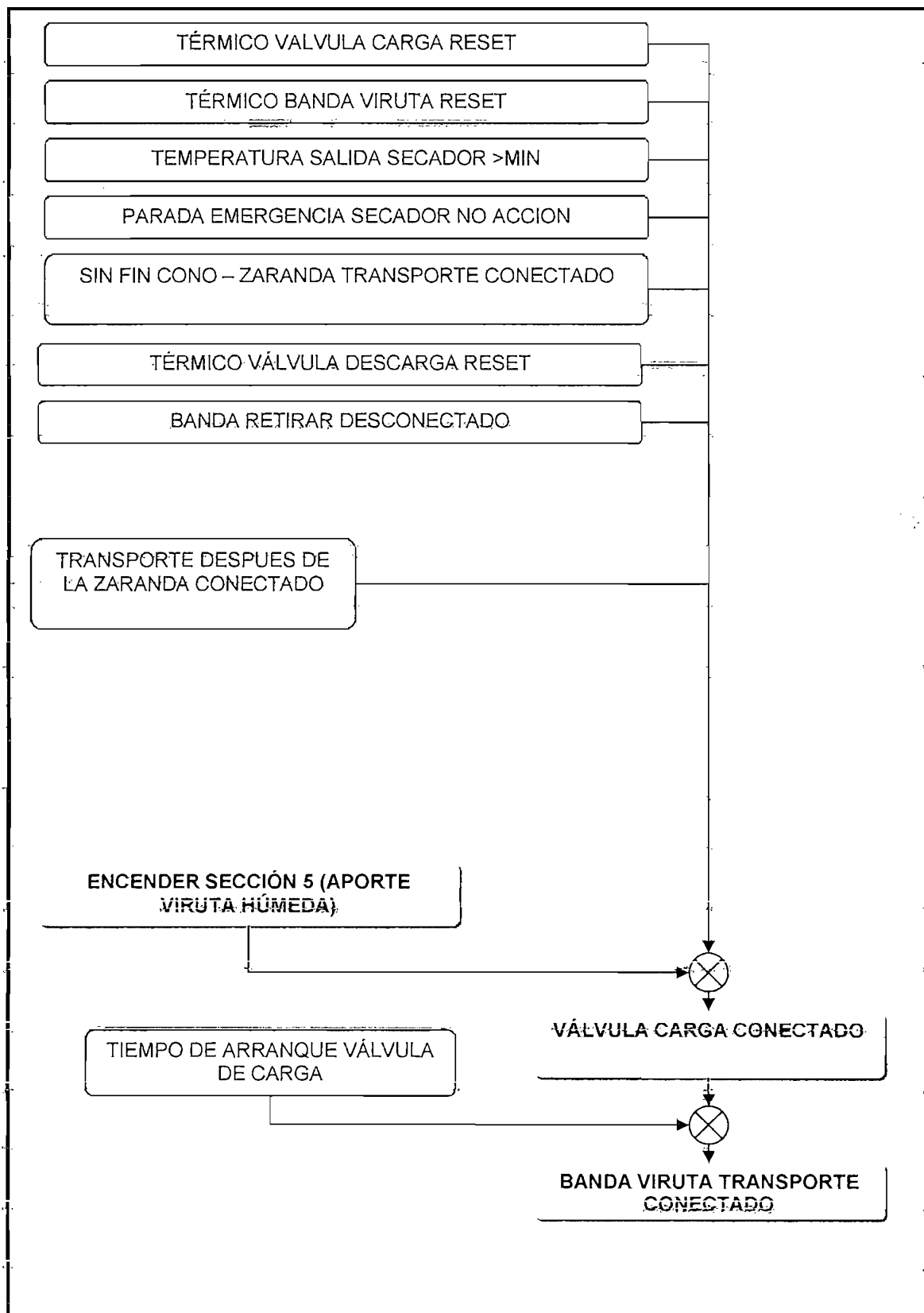


Figura 3.33 Secuencia de encendido de la quinta sección (Gordillo – Toro 2004).

3.6.2 SECUENCIA DE APAGADO EN MODO AUTOMÁTICO

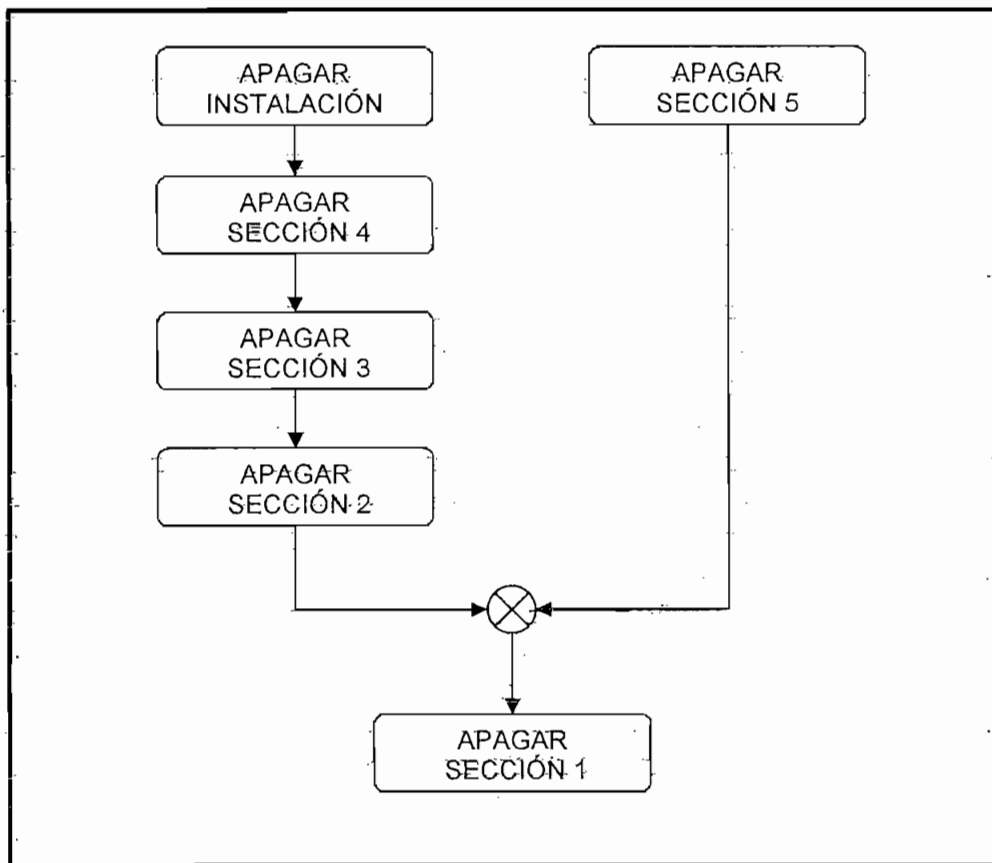


Figura 3.34 Secuencia de apagado de la instalación (Gordillo – Toro 2004).

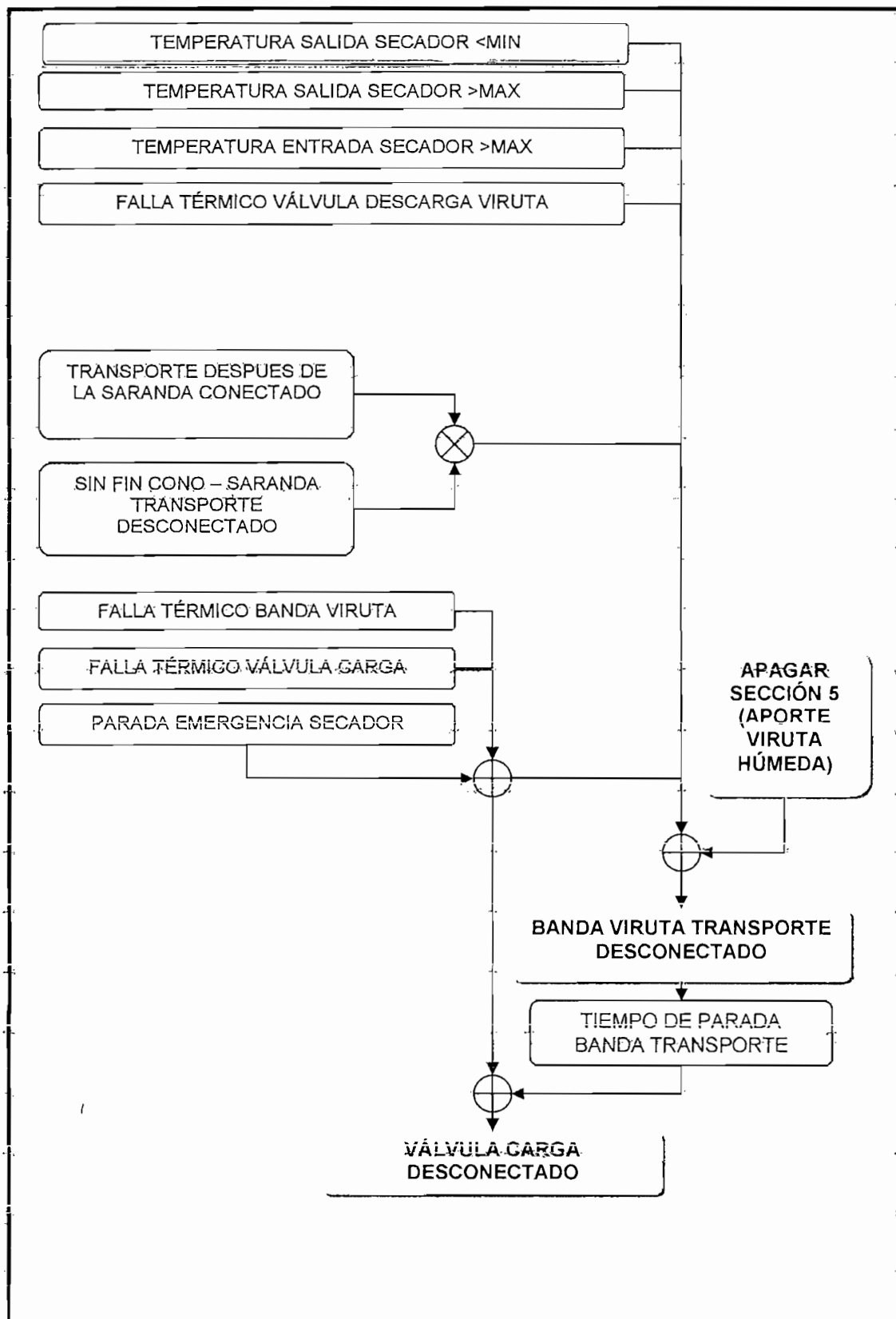


Figura 3.35 Secuencia de apagado de la quinta sección (Gordillo – Toro 2004).

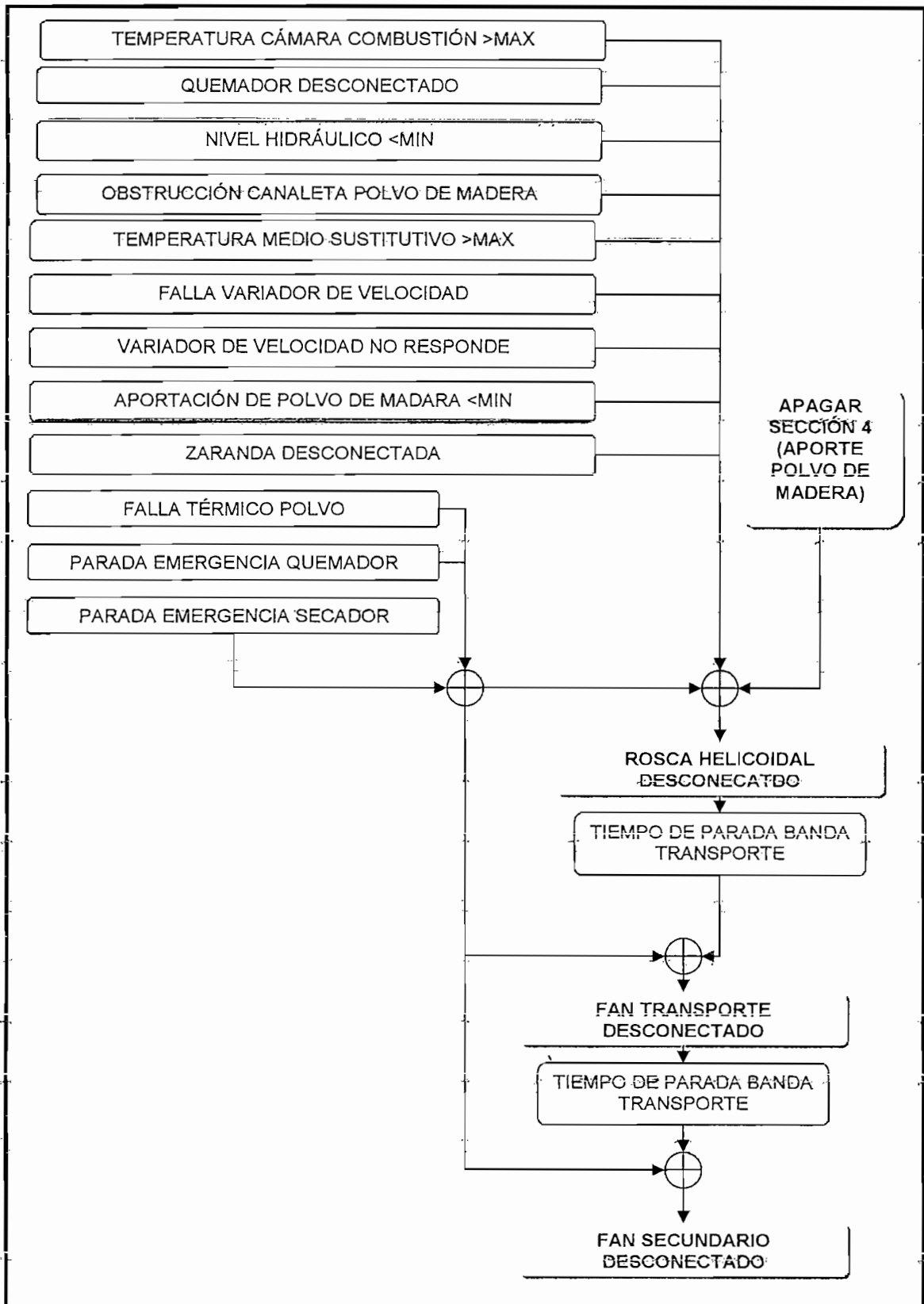


Figura 3.36 Secuencia de apagado de la cuarta sección (Gordillo – Toro 2004).

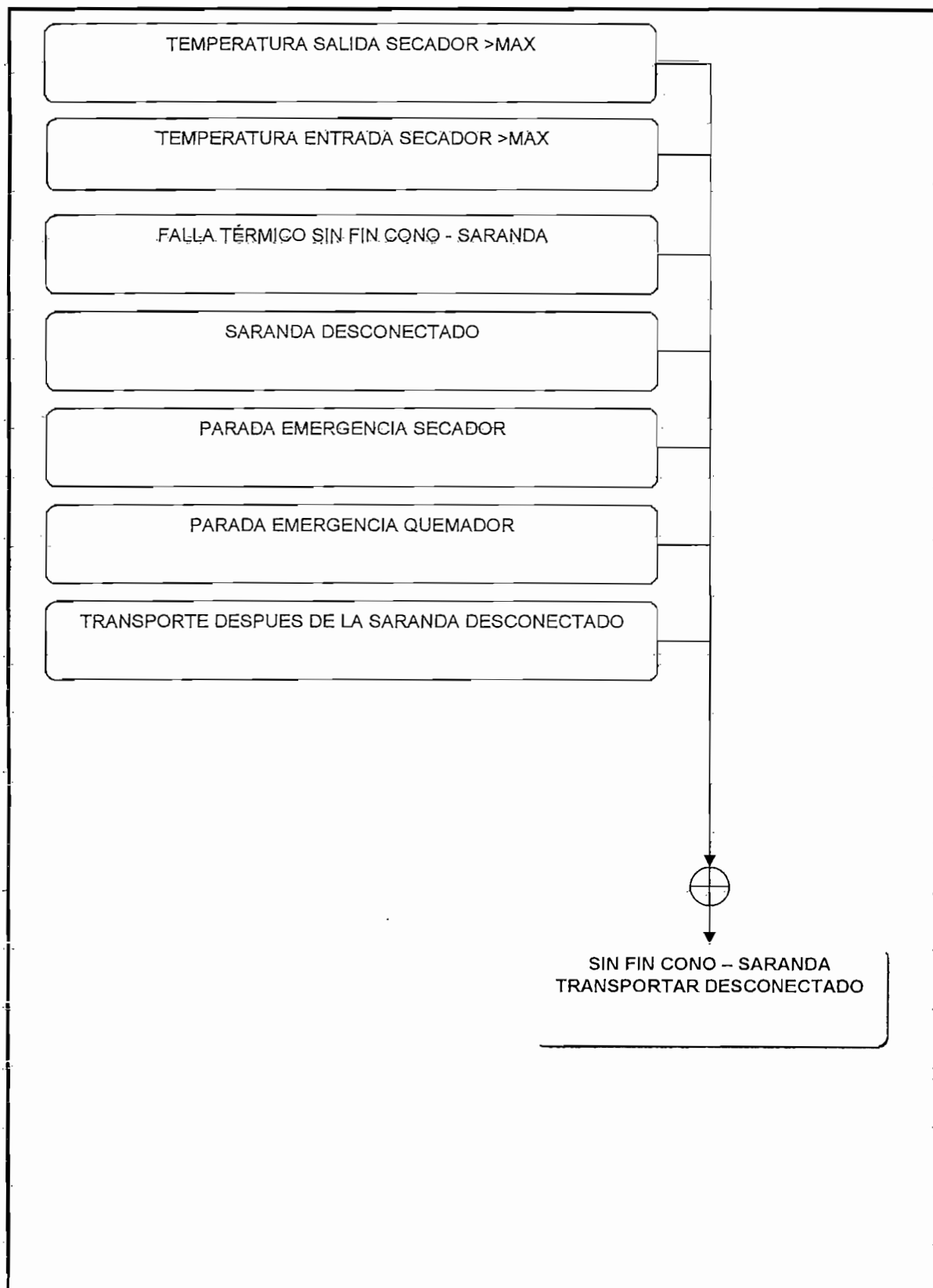


Figura 3.37 Secuencia de apagado del SFCS retirar (Gordillo – Toro 2004).

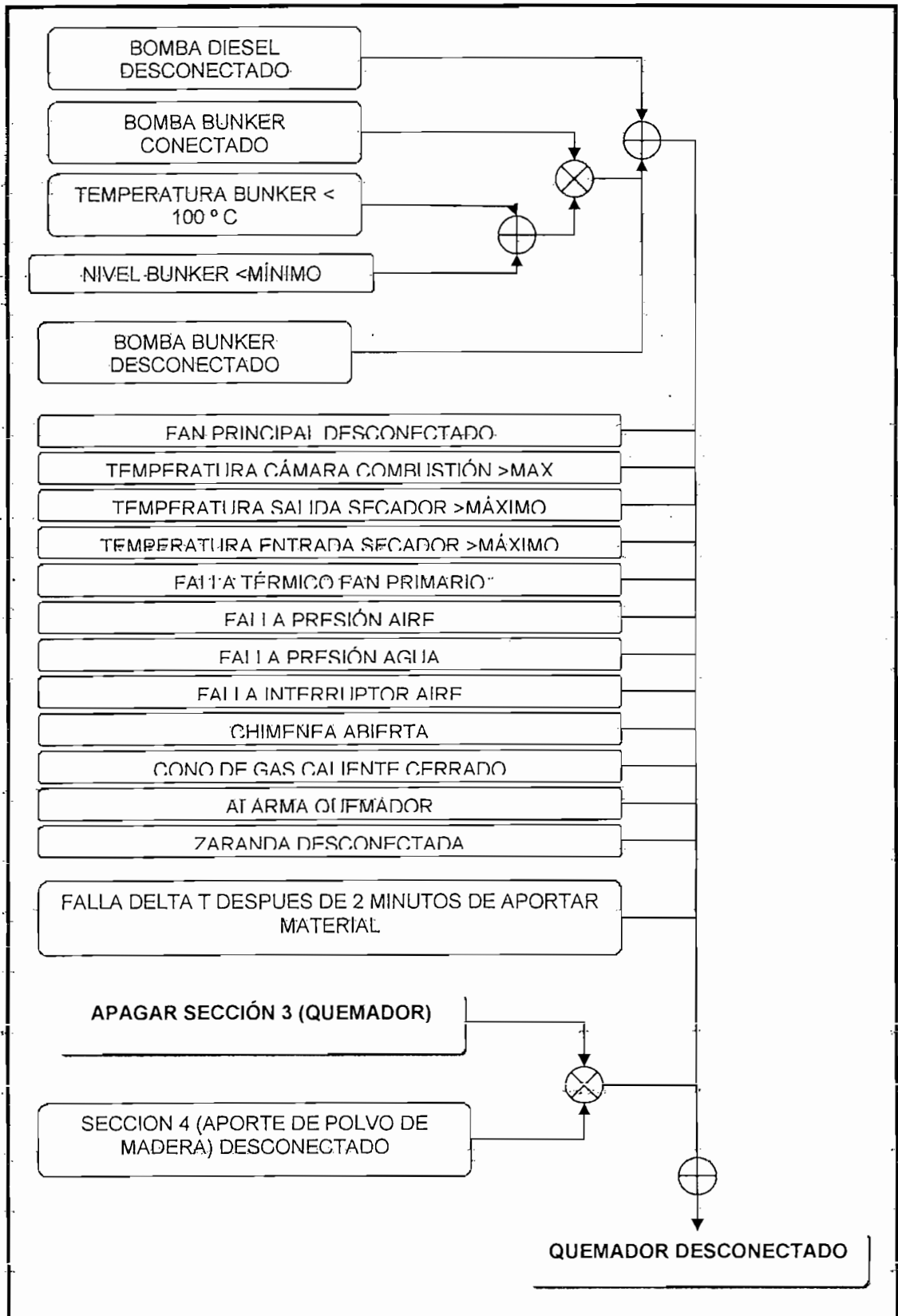


Figura 3.38 Secuencia de apagado de la tercera sección (Gordillo – Toro 2004).

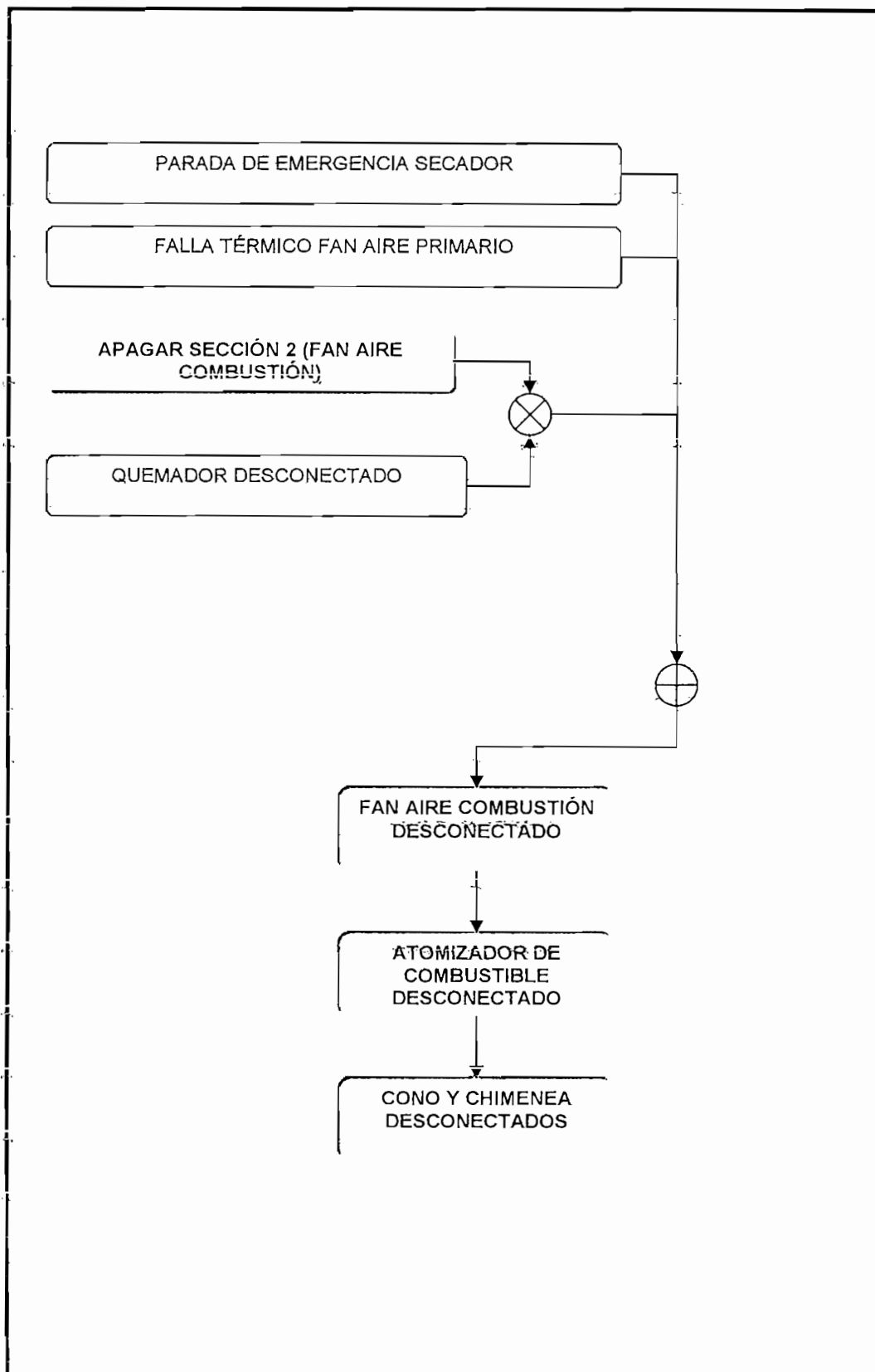


Figura 3.39 Secuencia de apagado de la segunda sección (Gordillo – Toro 2004).

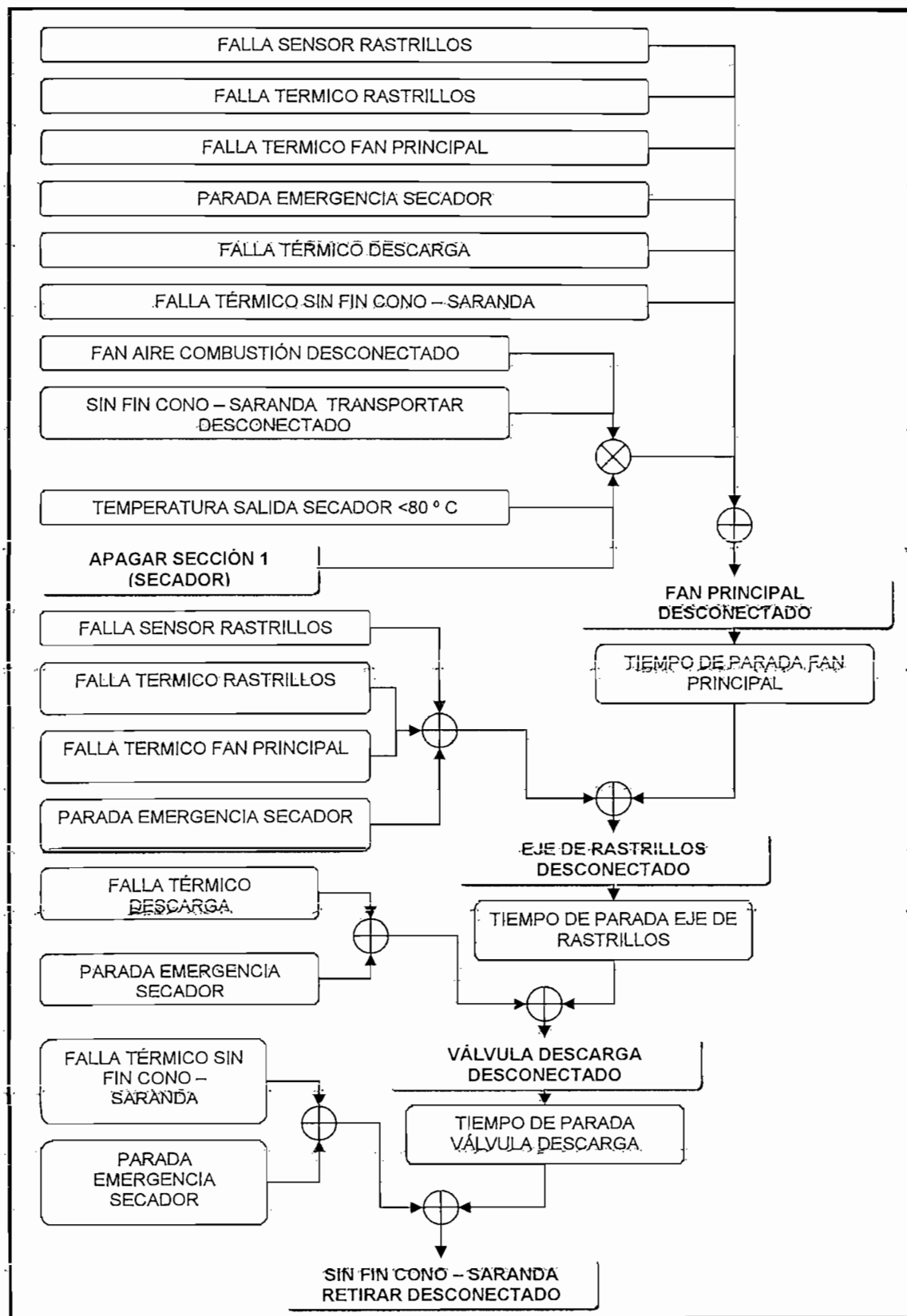


Figura 3.40 Secuencia de apagado de la primera sección (Gordillo – Toro 2004).

3.6.3 OPERACIÓN EN MODO MANUAL

Una vez desconectado el modo automático, es posible encender o apagar cada uno de los motores individualmente, desde la consola de mando, para el caso de los motores de la secadora, y desde el tablero de control, para los del quemador.

La figura 3.41 ilustra la operación en manual para los siguientes motores y acciones:

- Eje de rastrillos.
- Ventilador de gases de recirculación (fan principal).
- Válvula de carga.
- Válvula de descarga.
- Sin fin cono – zaranda (SFCS), en acción transportar.
- Sin fin cono – zaranda (SFCS), en acción retirar.
- Banda de viruta húmeda en acción transportar.

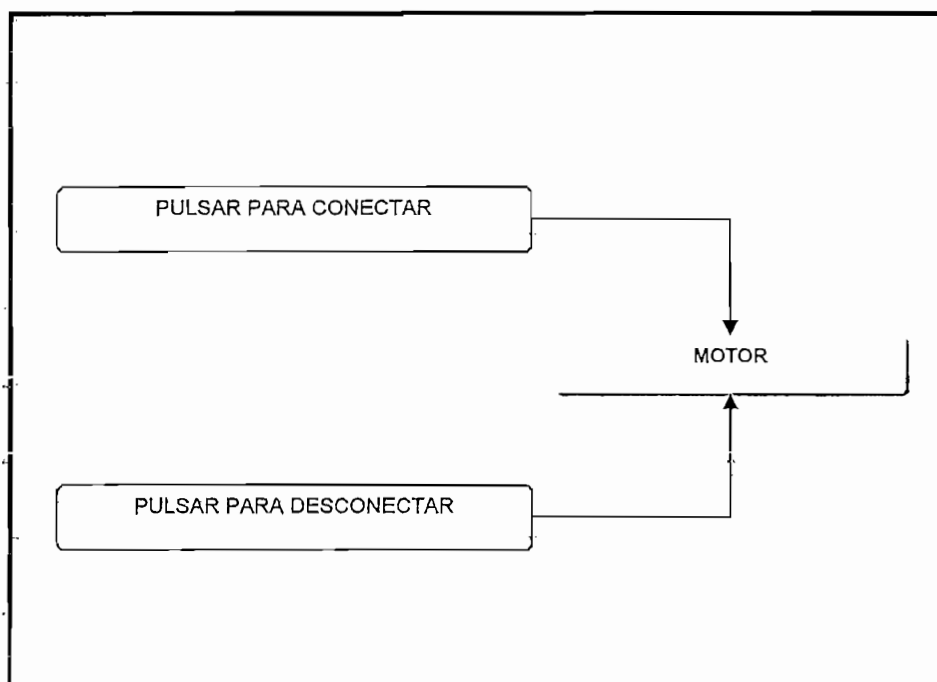


Figura 3.41 Operación en modo manual de las máquinas del secador (Gordillo – Toro 2004).

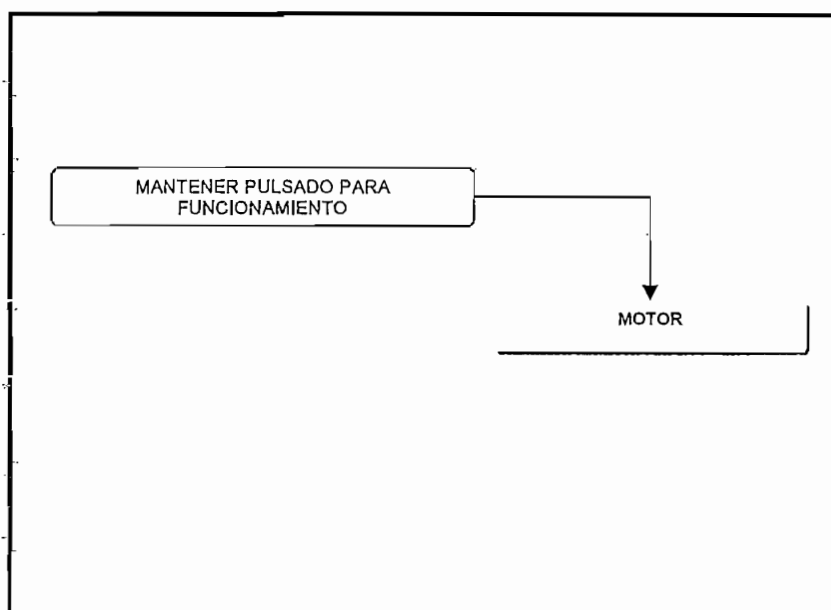


Figura 3.42 Operación en modo manual de la banda en retirar (Gordillo – Toro 2004).

La operación mostrada en la figura 3.42, es única para la banda de viruta húmeda en acción retirar.

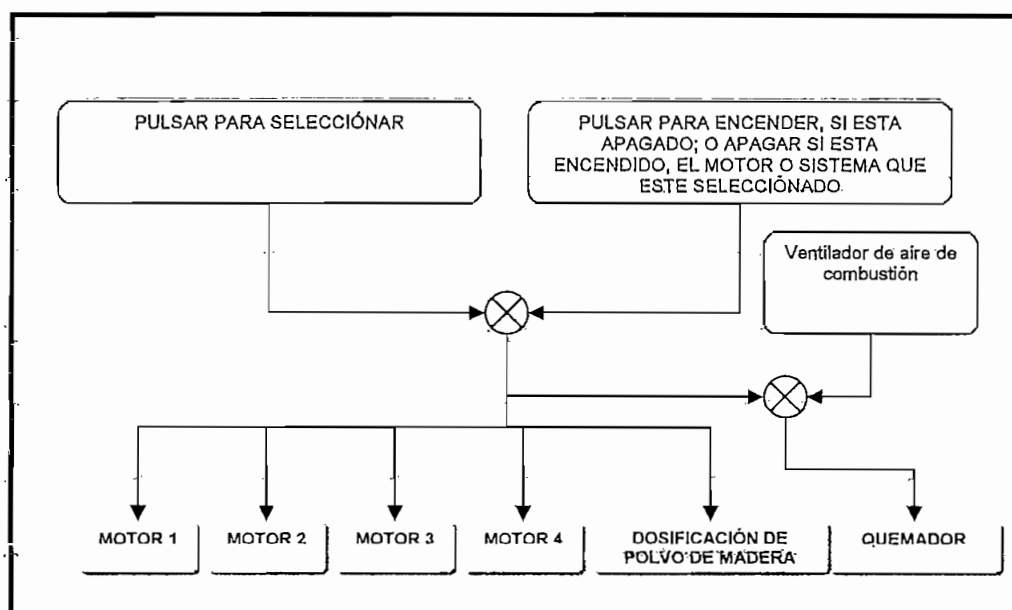


Figura 3.43 Operación en modo manual de las máquinas del quemador (Gordillo – Toro 2004).

La figura 3.43 muestra la forma cómo se controla, en modo manual, las máquinas del quemador. Este modo de operación es válido para los siguientes motores:

- Ventilador de aire de combustión (fan primario).
- Ventilador de transporte de polvo.
- Ventilador de aire secundario.
- Motor impulsor de la bomba para el sistema hidráulico.
- Sistema de dosificación de polvo de madera (rosca helicoidal y el variador de velocidad).

➤ *Quemador*

El control manual sobre el quemador comprende toda la secuencia de arranque que el quemador realiza en automático. En el modo manual, también se previene que el quemador no entre en funcionamiento sino existe el aire para la combustión.

3.6.4 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

Dentro de todo sistema de control siempre es necesario prever un sistema de señalización luminosa que indique fácilmente el estado de la instalación.

Para este efecto se optó un sistema de señalización luminosa, con una lógica dependiente de:

- El estado de cada motor.
- El estado de cada sección.
- El estado de cada alarma.

➤ *Estado de los emisores de luz*

Dentro del sistema de señalización, se han previsto los siguientes estados para los emisores de luz, en correspondencia a diferentes condiciones.

- Encendido permanente.
- Parpadeo lento.
- Parpadeo rápido.

- El estado de encendido permanente, de la luz piloto correspondiente, ha sido utilizado para indicar:
 - Funcionamiento de cada sección
 - Fallas de las secciones
 - Funcionamiento de motores y solenoides
 - Activación de finales de carrera
 - Funcionamiento fuentes VAC y VDC
 - Funcionamiento automático, cuando todas las secciones estén prendidas

- El estado de encendido con parpadeo lento, ha sido utilizado para indicar:
 - Funcionamiento automático y manual, cuando todas las secciones están en el proceso de encendido
 - Autorización de encendido o apagado de las diferentes secciones.
 - Sobre temperatura
 - Baja temperatura
 - Falla de nivel
 - Falla de presión

- El estado de encendido con parpadeo rápido, ha sido utilizado para indicar:
 - Proceso de encendido y apagado de cada sección.
 - Arranque de motores, solenoides.

3.7 DETERMINACIÓN DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO

A continuación y mediante tablas, se realiza una descripción de todas las entradas y salidas, que forman parte del sistema de control.

3.7.1 ENTRADAS TIPO DISCRETAS (ON/OFF)

➤ *Elementos de mando*

Los elementos de mando utilizados en la operación del sistema, tanto en modo automático como en modo manual, se listan en la tabla 3.1

| DESCRIPCIÓN |
|--|
| Pulsante de para encendido y apagado manual |
| Pulsante de arranque automático |
| Pulsante de selección manual |
| Pulsante de arranque / parada manual |
| Pulsante de prueba de lámparas |
| Pulsante de arranque de la válvula de descarga |
| Pulsante de parada de la válvula de descarga |
| Pulsante de arranque del eje de rastrillos |
| Pulsante de parada del eje de rastrillos |
| Pulsante de arranque del ventilador principal |
| Pulsante de parada del ventilador principal |
| Pulsante de arranque de la válvula de carga |
| Pulsante de parada de la válvula de carga |
| Pulsante de arranque en sentido horario del tornillo sin fin cono zaranda |
| Pulsante de arranque en sentido antihorario del tornillo sin fin cono zaranda |
| Pulsante de parada del tornillo sin fin cono zaranda |
| Pulsante de arranque de banda de transporte de viruta |
| Pulsante de arranque de banda de retirada de viruta |
| Pulsante de parada de banda de alimentación viruta |
| Pulsante de arranque de la sección 1 |
| Pulsante de parada de la sección 1 |
| Pulsante de arranque de la sección 2 |
| Pulsante de parada de la sección 2 |
| Pulsante de arranque de la sección 3 |
| Pulsante de parada de la sección 3 |
| Pulsante de arranque de la sección 4 |
| Pulsante de parada de la sección 4 |
| Pulsante de arranque de la sección 5 |
| Pulsante de parada de la sección 5 |
| Pulsante manual/automático con retención mecánica, para selección de combustible sólido (polvo de madera) |
| Pulsante para incrementar la aportación de polvo (+) |
| Pulsante para decrementar la aportación de polvo (-) |
| Pulsante manual/automático con retención mecánica, para selección de combustible líquido (diesel/bunker) |
| Pulsante para incrementar la aportación de diesel/bunker (+) |
| Pulsante para incrementar la aportación de diesel/bunker (-) |

| |
|--|
| Parada de emergencia del sistema quemador |
|--|

| |
|--|
| Parada de emergencia del sistema secador |
|--|

Tabla 3.1 Entradas discretas correspondientes a los elementos de mando (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Sensores*

En la tabla 3.2 se describen los sensores discretos utilizados en este proyecto.

| DESCRIPCIÓN | TIPO DE SENSOR |
|---|----------------|
| Temperatura máxima de salida del secador | TEMPERATURA |
| Temperatura mínima de salida del secador | TEMPERATURA |
| Temperatura máxima de entrada del secador | TEMPERATURA |
| Temperatura máxima del medio sustitutivo | TEMPERATURA |
| Temperatura mínima del medio sustitutivo | TEMPERATURA |
| Delta t mínimo | TEMPERATURA |
| Temperatura máxima de la cámara de combustión | TEMPERATURA |
| Temperatura mínima de la cámara de combustión | TEMPERATURA |
| Temperatura mínima del bunker | TEMPERATURA |
| | |
| Vigía de llama ignición | LLAMA |
| Vigía de llama mantenimiento | LLAMA |
| Vigía de llama alarma | LLAMA |
| | |
| Final de carrera chimenea cerrada | POSICIÓN |
| Final de carrera cono abierto | POSICIÓN |
| Final de carrera lanza dentro | POSICIÓN |
| Apertura total servomotor | POSICIÓN |
| Cierre total servomotor | POSICIÓN |
| Final de carrera vástago del sistema hidráulico dentro del silo 4 | POSICIÓN |
| Final de carrera vástago del sistema hidráulico fuera del silo 4 | POSICIÓN |
| Apertura de la chapaleta de aire | POSICIÓN |
| | |
| Presión de aire general | PRESIÓN |
| Presión de agua general | PRESIÓN |
| Presión de bunker | PRESIÓN |
| Presión de diesel | PRESIÓN |
| Presión para vástago del sistema hidráulico dentro del silo 4 | PRESIÓN |
| Presión para vástago del sistema hidráulico fuera del silo 4 | PRESIÓN |
| | |
| Nivel mínimo hidráulica | NIVEL |

| | |
|--|--------------|
| Nivel mínimo bunker | NIVEL |
| Protección de sobrecarga del motor que acciona al ventilador de combustión | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga de los motores que accionan la banda de aporte de virutas y válvula de carga | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga de los motores que accionan el eje de rastrillos y ventilador principal | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga del motor que acciona la válvula de descarga | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga del motor que acciona el tornillo sin fin cono - zaranda | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga de los motores que accionan el ventilador secundario, ventilador de transporte de polvo y tornillo sin fin del silo 4 | RELE TÉRMICO |
| Protección de sobrecarga del motor que acciona el sistema hidráulico | RELE TÉRMICO |
| Contador de revoluciones del eje de rastrillos con contacto de mínimo | VELOCIDAD |
| Interruptor de aire | NEUMÁTICO |
| Falla del variador de velocidad | CONTROL |
| Estado automático del proceso de transporte y distribución de virutas secas | CONTROL |
| Zaranda en funcionamiento | CONTROL |
| Transformador de chispas energizado | CONTROL |
| Variador de velocidad encendido | CONTROL |
| Sensor de obstrucción en canaleta de polvo | ROTATIVO |

Tabla 3.2 Entradas discretas correspondientes a sensores (señales de control)

(Gordillo → Toro 2004).

3.7.2 SALIDAS TIPO DISCRETAS (ON/OFF)

➤ *Salidas discretas para el control de máquinas y electroválvulas*

| DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------|
| Ventilador de aire de combustión |
| Motor del sistema hidráulico |
| Ventilador de transporte de polvo |
| Rosca helicoidal |
| Ventilador de aire secundario |
| |
| Válvula de descarga |

| |
|--|
| Eje de rastrillos |
| Ventilador principal (línea contacto) |
| Ventilador principal (delta contacto) |
| Ventilador principal (estrella contacto) |
| Válvula de carga |
| Tornillo sin fin cono zaranda transportar |
| Tornillo sin fin cono zaranda retirar |
| Banda viruta mojada transportar |
| Banda viruta mojada retirar |
| |
| Solenoides lanza |
| Solenoides atomizador |
| Solenoides soplador |
| Solenoides circulación |
| Solenoides limpiador |
| |
| Solenoides cono chimenea |
| |
| Solenoides para vástago del sistema hidráulico dentro del silo 4 |
| Solenoides para vástago del sistema hidráulico fuera del silo 4 |
| |
| Servomotor abrir |
| Servomotor cerrar |
| Encender transformador de chispa |
| Correr control de llama |
| Encender variador de velocidad para dosificación de polvo |

Tabla 3.3 Salidas discretas para el control de máquinas y electroválvulas (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Salidas discretas para el sistema de señalización*

La tabla 3.4 describe las salidas discretas destinadas a la señalización luminosa, considerando que es necesario mostrar:

- Si el sistema está en modo automático o manual.
- Funcionamiento y falla de cada sección.
- Funcionamiento y falla de los motores de la secadora.
- La operación de solenoides relacionados con el funcionamiento del quemador.
- Funcionamiento del sistema hidráulico.

- Aportación de combustibles.
- Estado de fallas.

| DESCRIPCIÓN | ESTADO DE LUZ / INDICACIÓN |
|---|----------------------------|
| Válvula de descarga | Luz permanente / Operación |
| Eje de rastrillos | Luz permanente / Operación |
| Ventilador principal | Luz permanente / Operación |
| Válvula de carga | Luz permanente / Operación |
| Tornillo sin fin cono zaranda transportar | Luz permanente / Operación |
| Tornillo sin fin cono zaranda retirar | Luz permanente / Operación |
| Banda viruta transportar | Luz permanente / Operación |
| Banda viruta retirar | Luz permanente / Operación |
| Solenoides atomizador | Luz permanente / Operación |
| Solenoides soplador | Luz permanente / Operación |
| Sistema hidráulica | Luz permanente / Operación |
| Cono cerrado / chimenea abierta | Luz permanente / Operación |
| Aceite control automático | Luz permanente / Operación |
| Polvo control automático | Luz permanente / Operación |
| Solenoides circulación | Luz permanente / Operación |
| Arranque manual | Luz permanente / Operación |
| Arranque automático | Luz permanente / Operación |
| Sección 1 ON | Luz permanente / Operación |
| Sección 2 ON | Luz permanente / Operación |
| Sección 3 ON | Luz permanente / Operación |
| Sección 4 ON | Luz permanente / Operación |
| Sección 5 ON | Luz permanente / Operación |
| Sección 1 OFF | Luz permanente / Alarma |
| Sección 2 OFF | Luz permanente / Alarma |
| Sección 3 OFF | Luz permanente / Alarma |
| Sección 4 OFF | Luz permanente / Alarma |
| Sección 5 OFF | Luz permanente / Alarma |
| Baja presión | Parpadeo lento / Alarma |
| Baja temperatura | Parpadeo lento / Alarma |
| Sobre temperatura | Parpadeo lento / Alarma |
| Bajo nivel | Parpadeo lento / Alarma |

Tabla 3.4 Salidas discretas para el sistema de señalización (Gordillo – Toro 2004).

3.7.3 ENTRADAS ANALÓGICAS

La tabla 3.5 lista las entradas analógicas utilizadas.

| DESCRIPCIÓN | TIPO DE SENSOR |
|--|-------------------------|
| Temperatura de salida de secadora (realimentación) | Temperatura - Analógico |
| Temperatura de salida de secadora (referencia) | Temperatura - Analógico |
| Diferencia de temperatura entrada / salida de secadora | Temperatura - Analógico |
| Porcentaje de aportación de bunker | Posición - Analógico |

Tabla 3.5 Entradas analógicas (Gordillo – Toro 2004).

3.7.4 SALIDAS ANALÓGICAS

La tabla 3.6 lista las salidas analógicas utilizadas.

| DESCRIPCIÓN |
|--|
| Señal del variador de velocidad para accionar el tornillo sin fin del silo 4 |
| Indicador del error de temperatura |
| Señal de delta T para indicación numérica |
| Indicador de intensidad de llama |

Tabla 3.6 Salidas analógicas (Gordillo – Toro 2004).

3.7.5 RECURSOS DE E/S DISCRETAS Y ANALÓGICAS

En base a las tablas anteriores tenemos los siguientes resultados:

| | |
|--|-----------|
| TIPO DE E/S DISCRETAS | Nº |
| Entradas discretas | 80 |
| Salidas discretas | 58 |
| TIPO DE E/S ANALÓGICAS | Nº |
| Entradas analógicas (de voltaje) | 4 |
| Salidas analógicas (2 de voltaje y 2 de corriente) | 4 |

Tabla 3.7 Mínimo de E/S requeridos en el sistema (Gordillo – Toro).

3.8 SELECCIÓN DEL PLC

3.8.1 REQUERIMIENTOS DEL PLC

Para la selección del PLC, básicamente se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- Número de entradas y salidas discretas (ON/OFF).
- Número de entradas y salidas análogas.
- Posibilidad de ampliación.
- Aproximado de la cantidad de memoria requerida.
- Puertos de comunicación.

➤ *Número de E/S discretas y analógicas*

Era menester conseguir un PLC modular que tenga una capacidad de al menos igual al número de E/S requeridos en el sistema.

En este caso, el número de E/S discretas y analógicas se indican en la tabla 3.7.

➤ *Posibilidad de ampliación*

El PLC deberá tener la posibilidad de ampliación en cuanto a su capacidad de entradas y salidas, para prevenir futuras ampliaciones.

➤ *Puerto de comunicación*

Dado que el diseño que se ha presentado, requiere de un panel de operador, es necesario que el PLC, disponga de un puerto de comunicación para utilizarlo con la HMI.

➤ *Capacidad de memoria requerida*

Mediante la utilización de un software de programación de PLC's, se compilaron algunas secciones del programa de control, a fin de determinar en forma aproximada el tamaño de la memoria requerida del PLC, estimándose en 6 K Bytes

3.8.2 PLC SELECCIONADO

No obstante de que varios controladores de diferentes marcas cumplían los requerimientos mínimos de este proyecto, finalmente se optó por la línea SIEMENS S7, de las siguientes características:

| SIMATIC S7 – 200 | CPU 226 |
|--|-------------------------------------|
| Tensión de la CPU 226 | AC 85 V a 264 V, 47 a 63 Hz |
| Tamaño del programa de usuario(EEPROM) | 4096 palabras |
| Datos de usuario (EEPROM) | 2560 palabras (remanentes) |
| E/S digitales incorporadas | 24 entradas VDC /16 salidas de relé |
| Nº máx. de módulos de ampliación | 7 módulos |
| Temporizadores | 256 |
| Contadores rápidos | 256 |
| Marcas internas | 256 |
| Interrupciones temporizadas | 2 con resolución de 1 ms |
| Potenciómetros analógicos | 2 con resolución de 8 bits |
| Velocidad de ejecución booleana | 0,37 us por operación |
| Puertos de comunicación incorporados | 2 (RS-485) |
| Interface de comunicación | 2 - PPI |

Tabla 3.8 Datos técnicos de la CPU (Gordillo – Toro).

CAPÍTULO 4

CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ DEL OPERADOR

4.1 LA INTERFAZ GRÁFICA SIEMENS TP 070

El panel TP-070 es un panel táctil de fácil configuración para crear hasta 30 pantallas, por medio de las cuales el operador y el encargado de mantenimiento pueden comunicarse con el proceso, con el fin de localizar fallas y alarmas de forma rápida.

Cuando se toca alguno de los campos es posible visualizar el estado de sensores y alarmas. Además, el panel permite manipular el estado de las salidas cuando esta operación se requiera y se configure así.

Una prestación muy útil de este panel es el de poder cambiar y actualizar los parámetros de control, constantes, contadores y temporizadores, dentro del programa en el PLC.

4.1.1 FACTORES CONSIDERADOS PARA LA SELECCIÓN DE LA INTERFAZ DE OPERADOR

En el campo de la automatización, existen muchos paneles gráficos de operador adecuados para ambientes industriales; no obstante, para su selección se deben considerar ciertos factores, tales como:

- La comunicación con el controlador lógico programable (PLC) del cual se cuenta.
- La cantidad de datos, variables y gráficos a desplegarse (Capacidad de memoria).
- El costo del equipo.
- Fácil configuración y operación.
- Disponibilidad en el mercado local.

4.1.2 EVALUACIÓN DE CADA FACTOR

Para el caso planteado de este proyecto, el análisis fue el siguiente:

- El PLC S7-200 utilizado en el proyecto, permite la comunicación directa con el panel TP070, por medio de cualquiera de sus dos puertos.
- La memoria disponible en el panel TP-070 tiene la capacidad de manipulación de alrededor de 255 localidades de memoria para de variables tipo BIT, siendo posible la asignación múltiple de cualquier variable.
- El costo del panel TP-070 es considerablemente menor al de otros ambientes gráficos, tanto del equipo como del software de programación.
- Este equipo está disponible en el mercado local y también existe el respaldo técnico, en caso de mal funcionamiento del mismo.
- El panel de operador TP-070 tiene una forma básica de configuración y operación muy simples, que una vez conocidos, se podría ir más allá en cuanto a las prestaciones del equipo, sin necesidad de cursos de capacitación.

En base a lo anterior, la decisión fue entonces utilizar el panel táctil TP-070 de Siemens (figura 4.1) para elaborar la interfaz gráfica de operador.

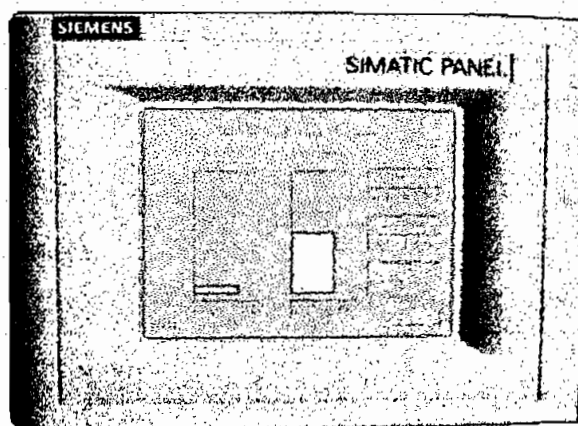


Figura 4.1 Fotografía de un interfaz de operador TP-070. (Gordillo – Toro 2005).

4.2 CONFIGURACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA

El TP Designer es el software por medio del cual se puede configurar las pantallas de la interfaz de operador TP-070 de Siemens. Esta herramienta se incorpora dentro del software de programación STEP-7.

4.2.1 CRITERIOS UTILIZADOS EN LA CONFIGURACIÓN DE LA HMI

Una HMI es una herramienta visual, dinámica e interactiva, que facilita el trabajo de un operador dentro de una planta industrial. No debe ser compleja, ni debe contener pantallas con excesiva información del proceso; de otra forma, el operador tenderá a omitir algunos de estos datos.

La información preferentemente, deberá estar dividida en varias pantallas y no necesariamente todas al acceso del operador. Es recomendable que la totalidad del acceso a las pantallas, esté al alcance solo del personal de diseño y mantenimiento del sistema, de esta forma se restringe el cambio y modificación de parámetros únicamente a personal técnico calificado. Además, el operador cometerá menos errores, teniendo al alcance solamente aquellas pantallas que son de su interés.

4.2.2 CONOCIMIENTOS BÁSICOS ACERCA DEL TP DESIGNER

➤ *Campos*

Para definir cómo el operador puede manejar el TP 070, es preciso disponer campos en una pantalla y configurar las propiedades de los mismos. El operador se comunica con el TP 070 tocando los campos que aparecen en la pantalla.

➤ *Campos estáticos y dinámicos*

Un campo estático es aquel que no está relacionado con un botón del panel, por tanto el operador no tiene acceso a este campo. Se tendrá acceso cuando, por ejemplo, desde el programa del PLC se ordene que aparezca, por medio del número o código de la pantalla o campo.

Un campo dinámico, por el contrario, si está relacionado con el botón que el operador toca.

➤ *Campo de entrada*

Un campo de entrada es, en resumen, un teclado que se muestra cuando el operador toca el campo. Sirve para introducir parámetros al programa del PLC.

➤ *Botón de estado*

Cuando el operador del panel toca algún botón de estado ocurren los siguientes eventos:

- ON_ ARRIBA. Si se desea que el evento ocurra cuando el botón salte hacia arriba, o en el caso de un pulsante, cuando el operador lo suelte.
- ON_ ABAJO. Al contrario que el anterior, el evento ocurre cuando el operador pulsa el botón o pulsante.
- MODIFICADO. Este funciona cuando un cambio de estado en el interruptor ha ocurrido.
- SELECCIONAR CAMPO. Cuando algún evento, no forzado por el operador, obliga al panel a mostrar un campo.
- CERRAR CAMPO. Cuando el evento externo, que selecciono un campo desaparece, el campo también desaparece.

➤ *Actualización de variables*

Toda variable puede tener o no asociada la función de actualización, de forma que esta actualización ocurra de manera continua o solo cuando exista un cambio de estado en la variable.

➤ *Funciones*

Una función indica al TP-070, que debe hacer en caso de que ocurra un evento. Estos eventos ocurren cuando el operador toca uno de los botones. Las funciones posibles de configurar son:

- CAMBIAR _MODO
Permite que la comunicación con el PLC sea "On line", que es el modo normal de operación, donde el intercambio y actualización de datos entre la CPU del PLC y el panel ocurre; u "Off line", modo en el que la comunicación es detenida sin necesidad de desconectar físicamente el cable. Esta última es utilizada para verificar el estado de las pantallas sin afectar al proceso controlado por el PLC.

- INVERTIR _BIT
Sirve para invertir el valor booleano de la variable.
- ACTIVAR _BIT
Poner en "1" el valor booleano de la variable.
- DESACTIVAR _BIT
Poner en "0" el valor booleano de la variable.
- ELEGIR _PANTALLA
Se define una pantalla como un valor numérico.
- ELEGIR _PANTALLA _VARIABLE
La pantalla se elige de acuerdo al valor de una variable.
- AJUSTAR _VALOR
Sirve para ajustar el valor de una variable
- AJUSTAR _CONTRASTE
Para ajustar el contraste de la pantalla del TO 070.
- LIMPIAR _DISPLAY
Sirve para limpiar la pantalla del panel, sin afectar el estado de los botones de las pantallas.
- INCREMENTAR _VALOR
Incrementa el valor de una variable (definido por el usuario).
- DECREMENTAR VALOR
Decrementa el valor de una variable (definido por el usuario).

4.3 CONFIGURACIÓN DE PANTALLAS PARA EL PROCESO DE SECADO DE VIRUTA HÚMEDA

4.3.1 VARIABLES CONSIDERADAS

La tabla 4.1 muestra la lista de las variables; discretas y analógicas, consideradas en la configuración del panel con su respectiva descripción.

| Nº | ETIQUETA | DESCRIPCIÓN |
|----|-------------|---|
| 1 | MAIN | Supervisión de la presencia de llama |
| 2 | ON_SEC | Secadora en automático o en secuencia de encendido |
| 3 | LANZA | Lanza para llevar los electrodos dentro del hogar |
| 4 | FALLA_TP | Indicación de mala calidad de la llama |
| 5 | ORDEN_TP | Indica que se ha introducido la clave para acceso del panel |
| 6 | P_aire | Estado de presión de aire de mando |
| 7 | P_agua | Indicación de presión de agua para extinción |
| 8 | P_combus | Bomba de bunker encendida |
| 9 | N_bunk_min | Nivel mínimo de bunker en el tanque diario |
| 10 | N_hidra_min | Nivel mínimo de aceite en el tanque para la bomba del sistema hidráulico del silo 4 |
| 11 | OFF_DRUCK | Interruptor de aire del fan de aire de combustión |
| 12 | FAN_COM_TP | Ventilador de aire de combustión en funcionamiento |
| 13 | FAN_TRAN_TP | Ventilador de transporte de polvo en funcionamiento |
| 14 | FAN_SEC_TP | Ventilador de aire secundario en funcionamiento |
| 15 | HIDRA_TP | Motor impulsor del sistema hidráulico en funcionamiento |
| 16 | SILO4_TP | Circuito de fuerza para la rosca helicoidal en el silo 4 |
| 17 | STOP_Q | Indicación de parada de emergencia en el quemador |
| 18 | STOP_S | Indicación de parada de emergencia en el secador |
| 19 | RPM_TP | Estado del sensor de movimiento en el eje de rastrillos |
| 20 | PALETAS_TP | Estado del sensor de obstrucción en la canaleta de polvo |
| 21 | ZARANDA_TP | Sistema separador de partículas en funcionamiento |
| 22 | MANUAL0_TP | Selección de control manual sobre el ventilador de aire de combustión |
| 23 | MANUAL1_TP | Selección de control manual sobre el ventilador de transporte de polvo |
| 24 | MANUAL2_TP | Selección de control manual sobre el ventilador de aire secundario |
| 25 | MANUAL3_TP | Selección de control manual sobre el sistema hidráulico |
| 26 | MANUAL4_TP | Selección de control manual sobre la dosificación de |

| | | |
|----|--------------|---|
| | | polvo |
| 27 | CIRC_TP | Funcionamiento de la aportación de combustible |
| 28 | DIESEL_TP | Estado de la bomba de circulación de diesel |
| 29 | CLOSE2 | Chapaleta a la posición mínima para el encendido del caldero |
| 30 | CON_PANTALLA | Acceso automático o manual a las pantallas |
| 31 | ter_car_ban | Térmicos, de la válvula de carga y la banda de transporte |
| 32 | TEMP_BUNKER | Temperatura mínima del bunker. |
| 33 | MANUAL5_TP | Selección de control manual sobre el quemador |
| 34 | QUEMADOR_ON | Quemador encendido |
| 35 | CLOSE1 | Chapaleta a la posición mínima para el inicio de la purga |
| 36 | FALLA_VARIAD | Falla en la operación del variador de velocidad |
| 37 | Term_ras_fan | Térmicos de el eje de rastrillos y el fan principal |
| 38 | Term_fan_com | Térmico del ventilador de aire de combustión |
| 39 | Term_polvo | Térmicos de todo el sistema de la aportación de polvo |
| 40 | Term_desc | Térmico de la válvula de descarga |
| 41 | OPEN | Chapaleta a la posición máxima para la purga |
| 42 | Term_hidra | Térmico del motor del sistema hidráulico |
| 43 | Term_sfcs | Térmico del sin fin cono zaranda |
| 44 | VARIADOR_TP | Estado del variador de la velocidad para la aportación de polvo |
| 45 | BUNKER_TP | Cantidad de bunker aportado a la combustión |
| 46 | CONTROL_PANE | Valor en donde se asigna la pantalla a la que se desea conmutar |
| 47 | TP_TEMP | Valor medido de temperatura a la salida de la secadora |
| 48 | TP_SP | Valor deseado de temperatura a la salida de la secadora. |
| 49 | Z_MUERTA_TP | Banda de error donde el control no se ejecuta |
| 50 | CLAVE_TP | Registra la clave introducida por el usuario |
| 51 | CONSTANTE | Constante de proporcionalidad para el lazo de control de temperatura. |
| 52 | TIEMPO_BAJO | Tiempo de espera para variar la aportación de combustible |
| 53 | DECIMAL | Posición decimal de la aportación de polvo |

Tabla 4.1 Variables consideradas para la configuración del panel (Gordillo – Toro 2004).

4.3.2 AGRUPACIÓN DE LAS VARIABLES

A fin de facilitar el monitoreo y la gestión del operador, las variables anteriormente descritas han sido agrupados de la siguiente forma:

- Variables del tipo discreto o continuo.
- Variables de estado de presión.
- Variables de estado de nivel.
- Variables de estado de alarmas.
- Variables de estado de sensores adicionales.
- Variables de estado de funcionamiento.
- Variables de indicación de valores análogos.

4.3.3 CONFIGURACIÓN DE PANTALLAS

Una vez definidas las variables de interés, y la agrupación de éstos, se decidió que era necesario configurar las siguientes pantallas:

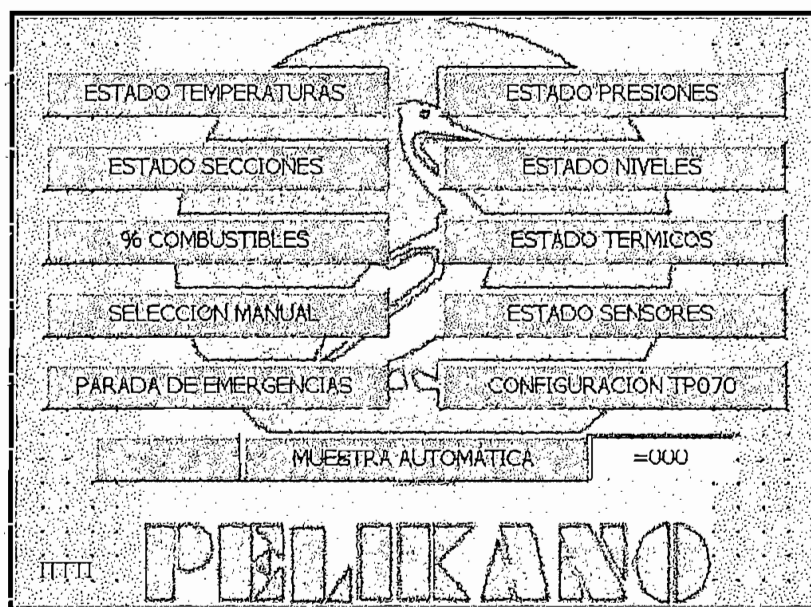


Figura 4.2 Pantalla inicial (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Pantalla "INICIO"*

Esta pantalla es la que inicialmente aparece cuando se energiza el panel TP-070 y existe comunicación "ON LINE" con el PLC.

En esta pantalla está configurado un menú de opciones, a través del cual se permite el ingreso a las pantallas que a continuación se describen:

- Estado temperaturas.
- % combustibles.
- Selección manual.
- Parada de emergencia.
- Estado presiones.
- Estado niveles.
- Estado térmicos.
- Estado sensores.
- Configuración TP-070.
- Ingreso o control de conmutación de pantallas.

➤ *Pantalla "Estado temperaturas"*

Muestra:

- Temperatura medida a la salida de la secadora, en barra y valor numérico.
- Temperatura deseada a la salida de la secadora, en barra y valor numérico.
- Banda de error donde no se ejecuta el control en ° C.
- Tiempo de espera entre pulsos para la variación de combustible en segundos.
- Valor de la constante de proporcionalidad para el lazo de control de temperatura.

➤ *Pantalla "% combustibles"*

Muestra:

- Aportación de polvo de madera en Kg. / min., en barra y valor numérico de 0 a 10.
- Aportación de combustible líquido en porcentaje, en barra y valor numérico.
- *Pantalla "Selección manual"*

Muestra:

- Posición del selector y estado del ventilador de aire de combustión.
- Posición del selector y estado del ventilador de transporte de polvo.
- Posición del selector y estado del ventilador de aire secundario.
- Posición del selector y estado del motor impulsor del sistema hidráulico en el Silo 4.
- Posición del selector y estado de la aportación de polvo de madera.

➤ *Pantalla "Parada de emergencia"*

Muestra:

- Estado del pulsante de parada de emergencia del quemador.
- Estado del pulsante de parada de emergencia en el secador.

➤ *Pantalla "Estado presiones"*

Muestra:

- Estado de la presión de aire.
- Estado de la presión de agua.
- Estado de la bomba de bunker.
- Estado de la bomba de diesel.

➤ *Pantalla "Estado niveles"*

Muestra:

- Estado de nivel mínimo de bunker en el tanque diario.
- Estado de nivel mínimo de aceite en el tanque para el sistema hidráulico en el silo 4.

➤ *Pantalla "Estado térmicos"*

Muestra:

- Estado de los térmicos de la válvula de carga y de la banda de transporte de viruta húmeda.
- Estado del térmico del ventilador de aire de combustión.
- Estado de los térmicos del ventilador de aire secundario, fan de transporte de polvo, y del sistema de dosificación de polvo.
- Estado del térmico de la válvula de descarga.
- Estado de los térmicos del ventilador de gases de recirculación y del eje de rastrillos.
- Estado del térmico del motor que impulsa el sistema hidráulico en el silo 4.
- Estado del térmico del sin fin cono-zaranda.

➤ *Pantalla "Estado sensores"*

Muestra:

- Obstrucción en la canaleta que permite el paso de polvo del silo 4.
- Estado del funcionamiento del sistema separador de partículas.
- Estado del sensor de movimiento ubicado en el eje de rastrillos.
- Estado de falla del variador de velocidad para aportación de polvo de madera.
- Temperatura mínima del bunker para una correcta combustión.
- Estado del interruptor de aire.

➤ *Configuración TP-070*

Permite:

- Modificar el contraste de la pantalla.
- Calibrar y limpiar la pantalla.
- Establecer la comunicación entre el TP-070 y el PC, para diseñar o editar la interfaz.

➤ *Pantalla "Quemador"*

Muestra:

- Posición del selector en "Quemador_manual".
- Chapaleta a la posición mínima previo a la purga.

- Chapaleta a la posición máxima previo a la purga.
- Chapaleta a la posición mínima previo al arranque del quemador.
- Posición de la lanza portadora de los electrodos para la chispa de ignición.
- Estado de la electro válvula de liberación de combustible.
- Estado de la llama.
- Estado del quemador en falla, por mala llama o falla en la secuencia de encendido.

➤ *Pantalla “Delta T”*

Muestra:

- Información de que la falla por diferencia de temperatura ha ocurrido, y el procedimiento que el operador debe seguir para despejar la falla en condiciones normales de operación.

➤ *Pantalla “Mala llama”*

Muestra:

- Instrucciones que el operador debe seguir para que el quemador opere normalmente.

➤ *Ingreso o conmutación de pantallas*

- Modo automático
- Muestra usuario o modo manual, por acción del operador

El sistema prevé la posibilidad de ingresar una clave para que la conmutación de las pantallas obedezca a eventos ocurridos en el proceso, de forma que durante la operación del sistema cada pantalla aparezca en el momento que sea necesario. Si se cambia el control a “muestra usuario”, la conmutación de las pantallas pasará al control del operador por medio de los botones del panel, siendo necesario que señale el campo que desea, para ver su contenido. En la operación diaria se dejará el control de conmutación de las pantallas en “automático” de forma que el operador mire las pantallas aparecer por orden del sistema, mas no por su manipulación.

4.3.4 APARICIÓN DE CADA PANTALLA

Las pantallas aparecen cuando ha ocurrido una falla en el sistema y/o de acuerdo a la fase en la que se encuentra el proceso.

Durante el arranque del secador, con el sistema de conmutación de pantallas en modo automático, se visualiza la pantalla "Temperatura del proceso". En esta pantalla se indica los valores de la temperatura del proceso, valor de referencia, constantes y variables del sistema.

Así entonces, mientras tengan lugar la primera y segunda fases del proceso se mostrará la pantalla "TEMPERATURA DEL PROCESO" (figura 4.3).

Cuando se de la orden de encendido de la tercera sección, se mostrará la pantalla "QUEMADOR", la cual mostrará la secuencia de encendido del caldero hasta que se haya establecido satisfactoriamente la llama en el hogar. Esta pantalla es mostrada en la figura 4.4.

A partir de este momento, se mostrará únicamente la pantalla "ESTADO COMBUSTIBLES", que es la pantalla que el operador necesita para su labor de control del sistema.

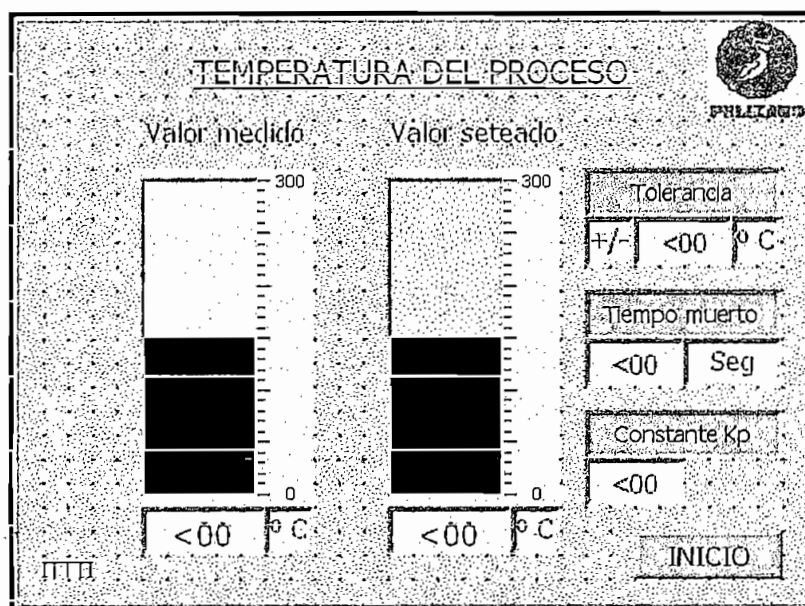


Figura 4.3 Pantalla "TEMPERATURA DEL PROCESO" (Gordillo – Toro 2004).

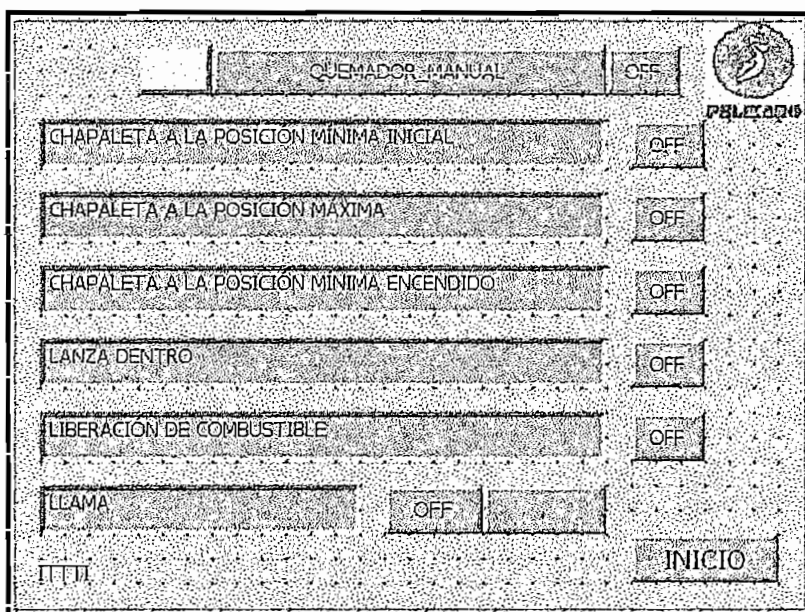


Figura 4.4 Pantalla "QUEMADOR" (Gordillo – Toro 2004).

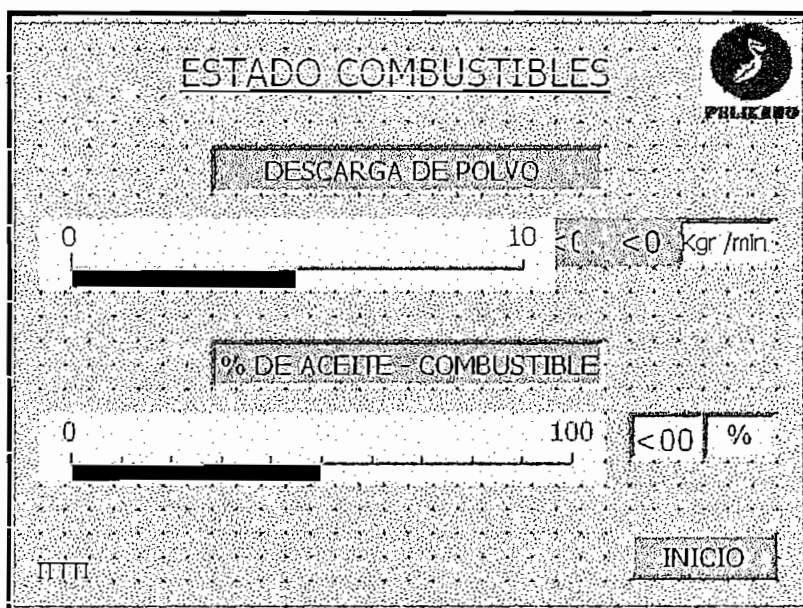


Figura 4.5 Pantalla "ESTADO COMBUSTIBLES" (Gordillo – Toro 2004).

Es necesario considerar que varias fallas pueden ocurrir en el mismo instante, y para ello se pensó en dar a cada pantalla una jerarquía, de aparición de acuerdo al siguiente orden de prioridad:

- Fallas que puedan significar peligro para el personal.
- Fallas que puedan ocasionar daños permanentes a los motores.
- Fallas que obstruyan el funcionamiento normal del sistema y que requieran alguna acción de mantenimiento.
- Fallas que obstruyan el normal funcionamiento del sistema y que deban ser atendidas por el operador.

Para el caso de este proyecto, son 7 las pantallas que muestran las fallas detectables por el sistema, y que han sido jerarquizadas en correspondencia al tipo de falla, de la forma indicada en la tabla 4.2.

| ETIQUETA | PRIORIDAD |
|----------------------|-----------|
| PARADA DE EMERGENCIA | 1 |
| ESTADO TÉRMICOS | 2 |
| ESTADO PRESIONES | 3 |
| ESTADO NIVELES | 4 |
| ESTADO SENSORES | 5 |
| MALA LLAMA | 6* |
| DELTA T | 6* |

Tabla 4.2 Prioridad de aparición de pantallas en caso de falla (Gordillo – Toro 2004)

* Las pantallas de mala llama y delta T tienen igual prioridad. Si ocurren ambas, el panel mostrará la primera en llegar.

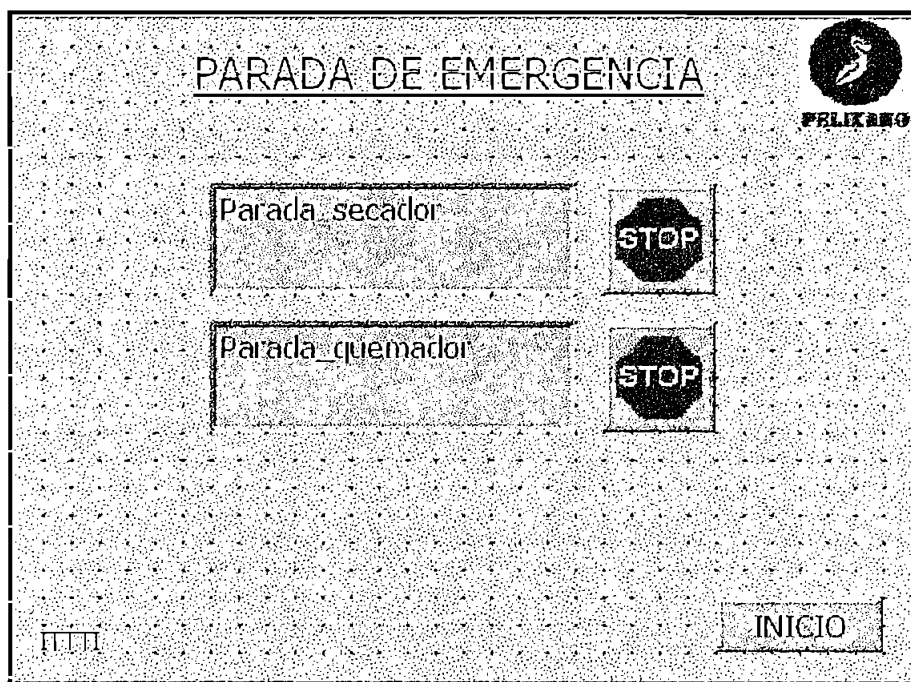


Figura 4.7 Pantalla "PARADA DE EMERGENCIA" (Gordillo – Toro 2004).

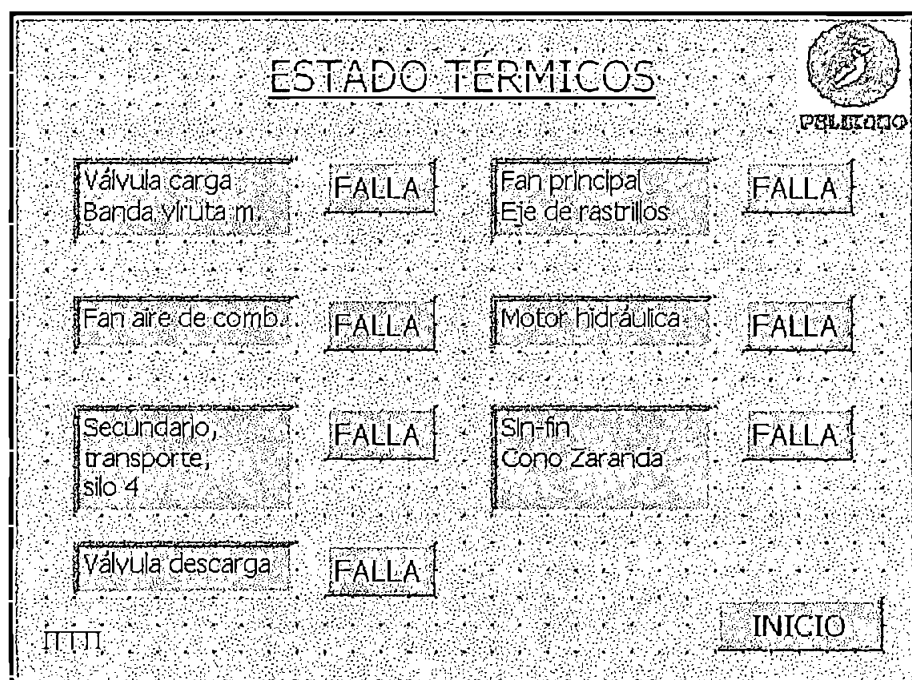


Figura 4.8 Pantalla "ESTADO TÉRMICOS" (Gordillo – Toro 2004).



Figura 4.9 Pantalla "ESTADO PRESIONES" (Gordillo – Toro 2004).

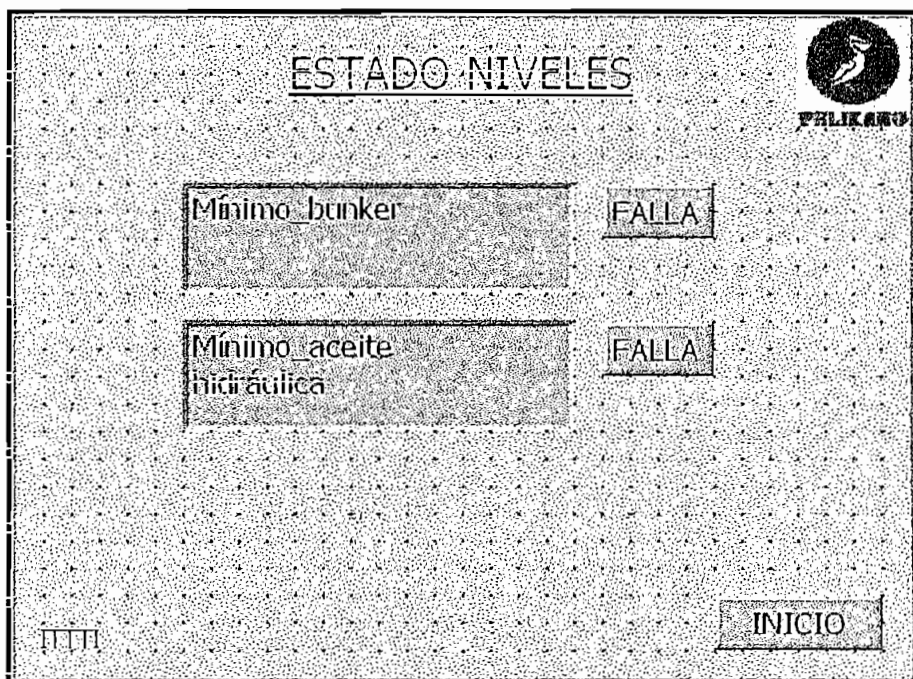


Figura 4.10 Pantalla "ESTADO NIVELES" (Gordillo – Toro 2004).



Figura 4.11 Pantalla "ESTADO SENSORES" (Gordillo – Toro 2004).

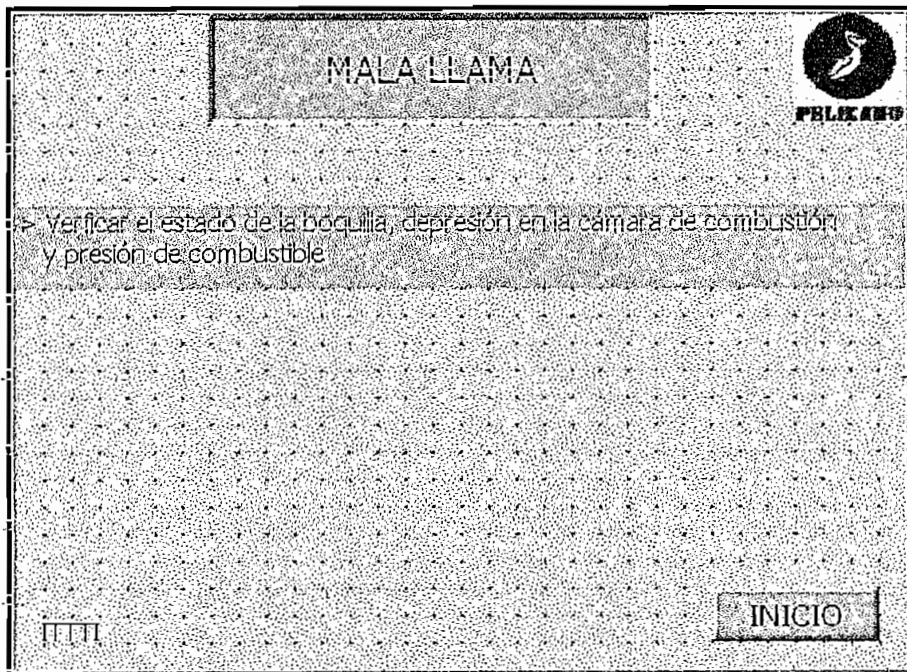


Figura 4.12 Pantalla "MALA LLAMA" (Gordillo – Toro 2004).

CAPÍTULO 5

MONTAJE, INSTALACIÓN Y PRUEBAS

Se presentan la distribución interna de elementos en el nuevo tablero de control, la instalación del tablero, las pruebas realizadas y una breve comparación entre el sistema antiguo y el actual.

5.1 MONTAJE

5.1.1 EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DEL NUEVO TABLERO DE CONTROL

En las siguientes tablas se describen los equipos y dispositivos instalados en el nuevo tablero de control.

➤ *Equipos y dispositivos de fuerza*

| Item | Características | Cantidad | Marca |
|--|--|----------|---------|
| Disyuntor general | | | |
| 1 | 440 VAC, 100 A., Tipo: 3VF2 ² de tres polos | 1 | Siemens |
| Seccionadores fusibles tripolares | | | |
| 2 | Capacidad para fusibles de hasta 160 A. | 5 | Siemens |
| Fusibles | | | |
| 3 | 32 A, tamaño NH-00 | 1 | Siemens |
| 4 | 25 A, tamaño NH-00 | 2 | Siemens |
| 5 | 6 A, tamaño NH-00 | 1 | Siemens |
| 6 | 16 A, tamaño NH-00 | 1 | Siemens |
| Contactores (Con bobina 220 VAC y contactos auxiliares: 2NO-2NC) | | | |
| 7 | 18.5 KW, 440 VAC, tamaño S2 | 3 | Siemens |
| 8 | 5.5 KW, 440 VAC, tamaño S0 | 2 | Siemens |
| Variador de velocidad | | | |
| 9 | 2 HP, 440 VAC, 50 Hz | 1 | Yaskawa |
| Relés térmicos de sobrecarga | | | |
| 10 | 14 – 20 A , tamaño S2 | 1 | Siemens |
| 11 | 11 – 16 A , tamaño S2 | 2 | Siemens |
| 12 | 3.5 – 5 A , tamaño S0 | 1 | Siemens |

² Código de aparatos de maniobra Marca Siemens

| | | | |
|---------------|-------------------------------|----|---------|
| 13 | 5.5 – 8 A , tamaño S0 | 1 | Siemens |
| Borneras | | | |
| 14 | Tamaño máximo de cable: 6 AWG | 20 | Legrand |
| Sujeta cables | | | |
| 15 | De 80/5 cm: largo/ancho | 2 | ----- |

Tabla 5.1 Equipos y dispositivos del circuito de fuerza (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Equipos y dispositivos de control*

| Ítem | Características | Cantidad | Marca |
|----------------------------------|---|----------|---------------|
| PLC. | | | |
| 1 | CPU 226 AC/DC/relé. | 1 | Siemens |
| Módulos de ampliación digitales. | | | |
| 2 | EM223, 16 In/16 Out para CPU 226 | 4 | Siemens |
| Módulos de ampliación análogos. | | | |
| 3 | EM235, 4 In/1 Out para CPU 226 | 2 | Siemens |
| 4 | EM232, 2 Out para CPU 226 | 1 | Siemens |
| Módulo Lógico Programable | | | |
| 5 | LOGO 230RC, AC/DC 115 .. 240 V | 1 | Siemens |
| Interfaz Hombre- Máquina | | | |
| 6 | TP070, 24 VDC, comunicación RS - 485 | 1 | Siemens |
| Fuentes | | | |
| 7 | SITOP, In: 110 – 220 VAC/Out: 24 VDC-10A. | 1 | Siemens |
| 8 | 10 VDC - 1 A | 1 | ----- |
| Transformadores | | | |
| 9 | 500 VA, In: 440 VAC / Out: 220/110 VAC | 2 | Otesa |
| Relés | | | |
| 10 | Bobina 220 VAC, con 4 polos. Tipo: miniatura | 30 | Releco |
| Borneras fusible | | | |
| 11 | Para fusibles tipo cristal de hasta 10 A | 40 | ----- |
| Guardamotores | | | |
| 12 | 220 VAC, 2-4 A, 3P | 2 | Telemecanique |
| Supervisor de chispa | | | |
| 13 | Supervisor de fuego, con sensores ubicados en separador de gases y virutas. | 1 | Imal |
| Relé controlador de llama | | | |
| 14 | 120 Vac, 60 Hz, Con de fotocélula infarroja | 1 | Honeywell |

| | | | |
|-----------------------------------|---|-----|----------|
| Controlador de temperatura | | | |
| 15 | NX9: 100 – 240 VAC, 6 W, 60 HZ (Rango de acuerdo al tipo de termocupla) | 3 | Hanyoung |
| 16 | Witronic II: 110/220VAC, 62 Hz, 5VA (Escala: 0 – 350°C) | 1 | Philips |
| Reguladores de temperatura | | | |
| 17 | Getrosist 96: 110/220VAC, 60 Hz. Con rangos de escala de 0 – 1600 °C y 0 – 100 °C | 2 | Philips |
| Indicador de llama (galvanómetro) | | | |
| 18 | Resistencia del galvanómetro de 8 kΩ aprox. | 1 | Durag |
| Transductor: Corriente voltaje | | | |
| 19 | AC/DC 24 V, 4 – 20 mA. | 1 | Siemens |
| Transmisor de temperatura. | | | |
| 20 | Tipo T2, 6.5 – 35 VDC. Entrada de termocupla. | 1 | Inserco |
| Borneras | | | |
| 14 | Tamaño máxima de cable: 8 AWG | 120 | Legrand |

Tabla 5.2 Equipos y dispositivos de control (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Dispositivos de mando y señalización*

| Item | Características | Cantidad | Marca |
|------------------------|---|----------|-----------------|
| Pulsantes. | | | |
| 1 | 220 VAC. de 1 contacto | 2 | Telemeca-Nique. |
| Pulsantes – luz piloto | | | |
| 2 | De 2 contactos, con luminaria incandescente 2.4 W, 240 VAC. Tipo redondo. | 14 | Telemeca-Nique. |
| 3 | De 1 contacto, con luminaria incandescente 2.4 W, 24 VDC. Tipo cuadrado. | 6 | Imal |
| Luz piloto | | | |
| 4 | Con luminaria incandescente de 2.4 W, 240 VAC | 6 | Telemeca-Nique. |
| Luz piloto | | | |
| 5 | Con luminaria incandescente de 2.4 W, 24 VDC | 5 | Telemeca-Nique. |

Tabla 5.3 Dispositivos de mando y señalización (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Accesorios utilizados*

| Item | Características | Cantidad | Marca |
|------------------------------------|--|--------------------|---------|
| Cables | | | |
| 6 | Flexible # 18 - Negro | 250 m. | ----- |
| 8 | Flexible # 18 - Amarillo | 200 m. | ----- |
| 9 | Flexible # 18 - Rojo | 250 m. | ----- |
| 10 | Flexible # 18 - Blanco | 100 m. | ----- |
| 11 | Flexible # 18 - Verde | 100 m. | ----- |
| 12 | Concéntrico 4x10 TW AWG | 100 m. | ----- |
| 13 | Cable THW 4 MCM | 50 m. | ----- |
| Finales de Bornera | | | |
| 14 | Organizadoras de borneras | 15 | Legrand |
| Tapas de borneras | | | |
| 15 | Tapas | 12 | Legrand |
| Amarras plásticas | | | |
| 16 | Dimensión: 15 mm. | Funda 200 unid. | ----- |
| Espirales Plásticas | | | |
| 17 | Dimensión: 8 mm. | Funda 10m | ----- |
| Riel Din | | | |
| 18 | Dimensión: 3.5 cm. ancho/ 2 m. largo | 4 | ----- |
| Canaleta | | | |
| 19 | (2m) 80 mm. Ancho / 80 mm. profundidad | 6 | ----- |
| 20 | (2m) 40 mm. Ancho / 80 mm. profundidad | 5 | ----- |
| Remaches | | | |
| 21 | Para colocar canaletas y riel din | 60 | ----- |
| Terminales para cable | | | |
| 22 | Tipo talón para cable de tamaño máx # 10 AWG | 20 | ----- |
| 23 | Tipo talón para cable de tamaño máx # 2 MCM | 1 | ----- |
| Barra de tierra y soporte aislador | | | |
| 24 | De 4 terminales | 1 | ----- |

Tabla 5.4 Accesorios utilizados (Gordillo – Toro 2004).

5.1.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO DE CONTROL

Las dimensiones del tablero se determinaron con base a la disposición física y tamaño de los elementos del sistema de control y de fuerza. Por tal motivo, se debe realizar un bosquejo aproximado del tablero con la distribución física de los elementos.

Para este efecto, se obtuvieron las dimensiones de cada uno de los elementos a instalarse de los catálogos proporcionados por los fabricantes.

En cuanto a la distribución física de los equipos y dispositivos al interior del tablero, se consideraron las siguientes recomendaciones técnicas:

- Procurar que el recorrido de los cables de energía al interior del tablero sea lo más corto posible.
- Separar los cables de energía de los conductores que llevan señal de control.
- Utilizar secciones separadas para los elementos de fuerza y equipos controladores.
- Los equipos que generan mayor calor, tales como fuentes de poder y transformadores, deben ser instalados en la parte superior del tablero.
- Los dispositivos electromagnéticos tales como contactores y relés, también deben disponerse en zonas separadas de los controladores electrónicos.

Bajo estas recomendaciones, se pensó en una distribución física, tal como se muestra, en forma aproximada, en la figura 5.1.

Por cuanto las dimensiones físicas calculadas, discrepaban de los tamaños estándares disponibles en el mercado, se optó por mandar a construir un tablero cuyas medidas se indican en la figura 5.2.

Las características básicas del tablero, indicado de manera exclusiva para este proyecto, son las siguientes:

- Material de construcción: latón de 3 mm. de espesor.
- Pintura anticorrosiva.
- Servicio interno.

- Doble fondo con placa desmontable.

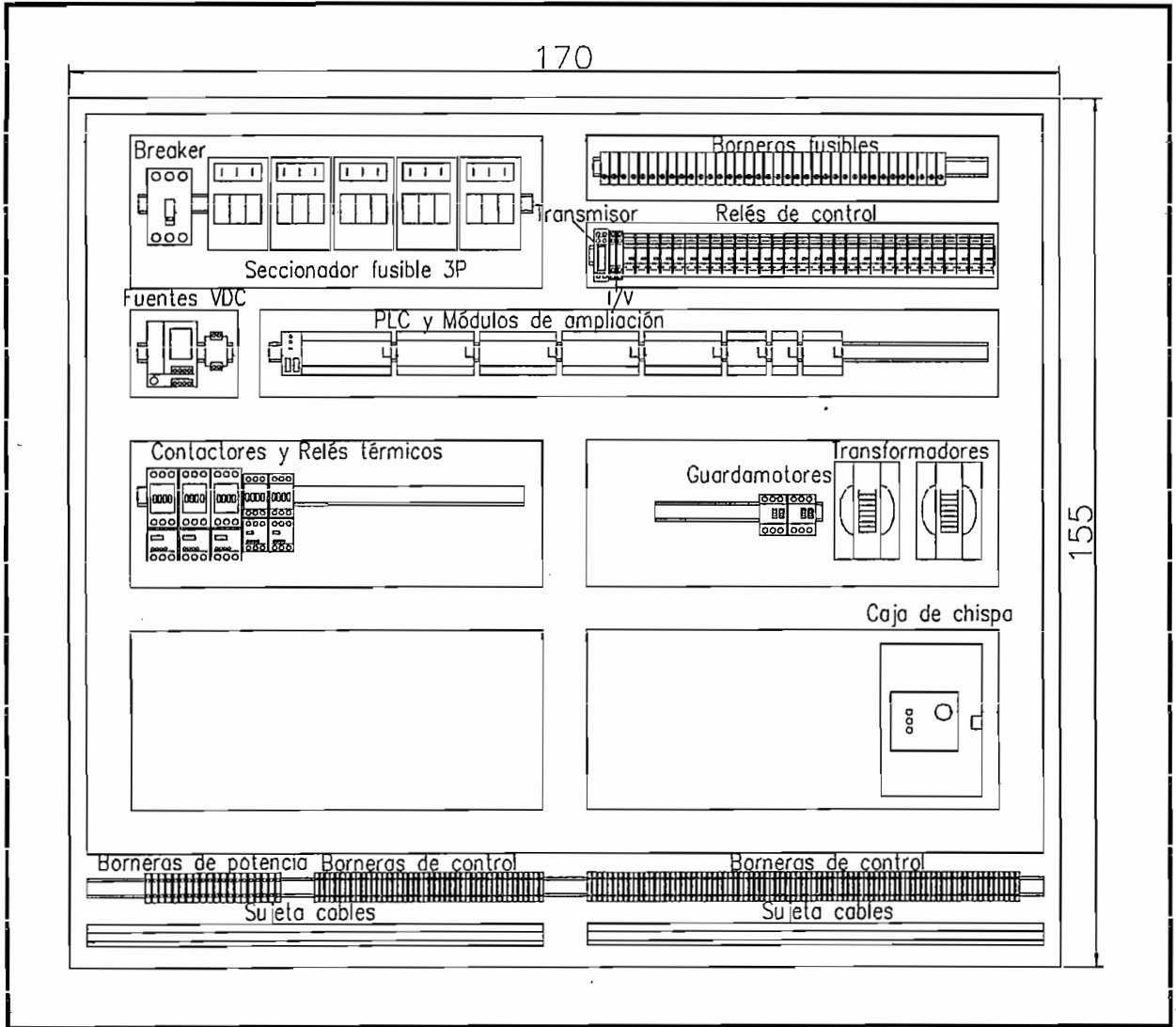


Figura 5.1 Distribución física aproximada de elementos en el tablero de control.

(Gordillo – Toro 2004).

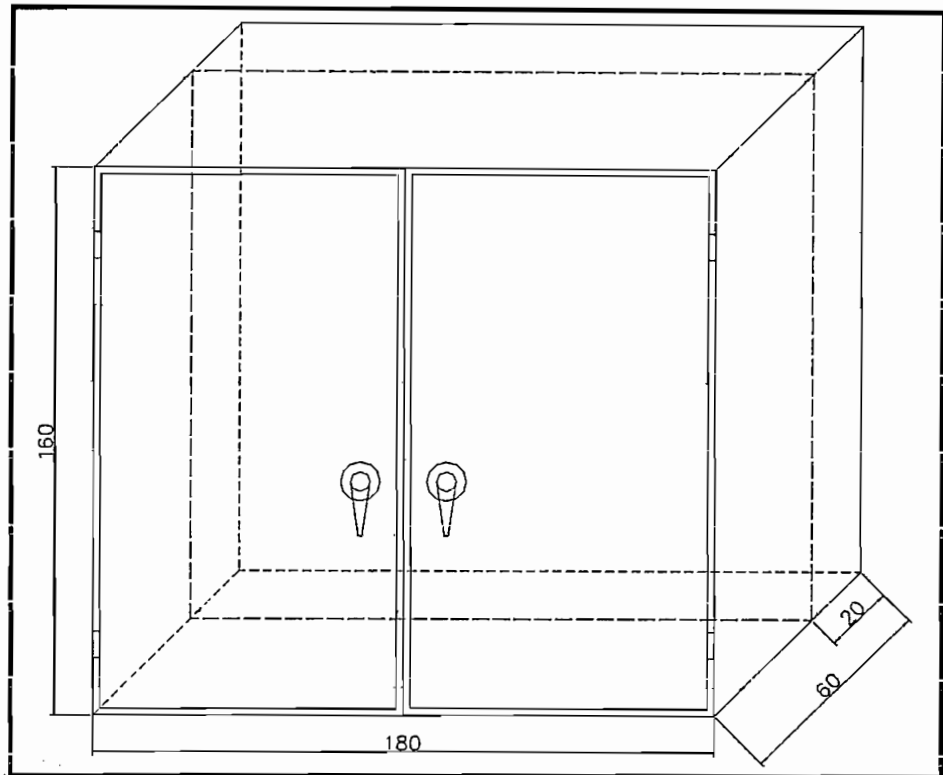


Figura 5.2 Medidas del tablero de control (en cm).

(Gordillo – Toro 2004).

5.1.3 MONTAJE DE ELEMENTOS EN EL TABLERO DE CONTROL

La función del tablero de control es la de organizar y proteger a los elementos de mando, maniobra y control. En este proyecto y tomando en consideración las normas básicas de instalaciones eléctricas industriales, se los ha separado en dos grupos importantes que son el sistema de fuerza y el sistema de control.

5.1.3.1 Montaje de dispositivos del sistema de fuerza

➤ *Montaje del Disyuntor Principal y Seccionadores fusibles*

El disyuntor principal es utilizado para la protección total del sistema. Su montaje se lo realiza en la parte superior del tablero de control, y en este caso éste sobre riel Din, como se muestra en la figura 5.3.

Los seccionadores de tres polos sirven como base para colocar fusibles de protección de motores. Son de fácil conexión o desconexión bajo carga. Se montan sobre riel DIN y en la parte superior del tablero. A efectos de facilitar el cableado, se los ubica junto al disyuntor principal.

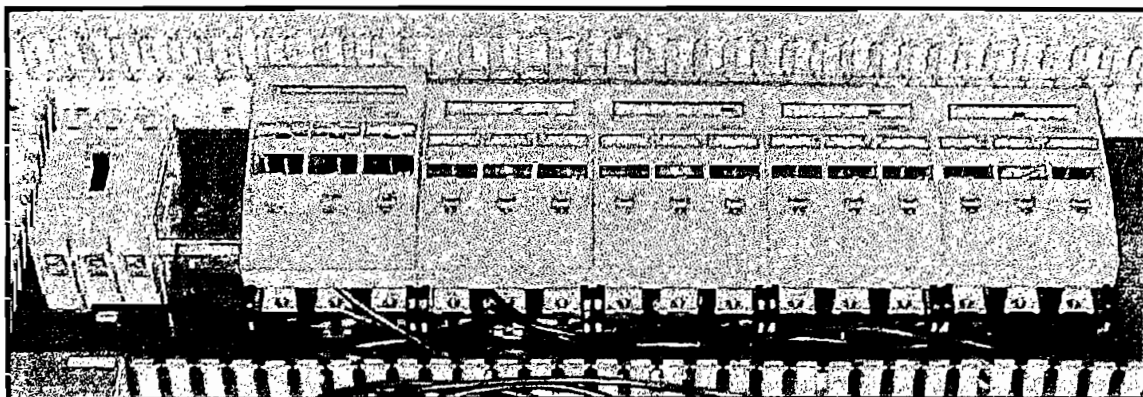


Figura 5.3 Montaje de disyuntor y seccionadores fusibles (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Montaje de los contactores, relés térmicos y variador de velocidad*

Antes de realizar el montaje de los dispositivos en el tablero de control, se deben acoplar los relés térmicos de sobrecarga a los contactores como lo recomienda el fabricante; considerando además que los dos dispositivos sean del mismo tamaño.

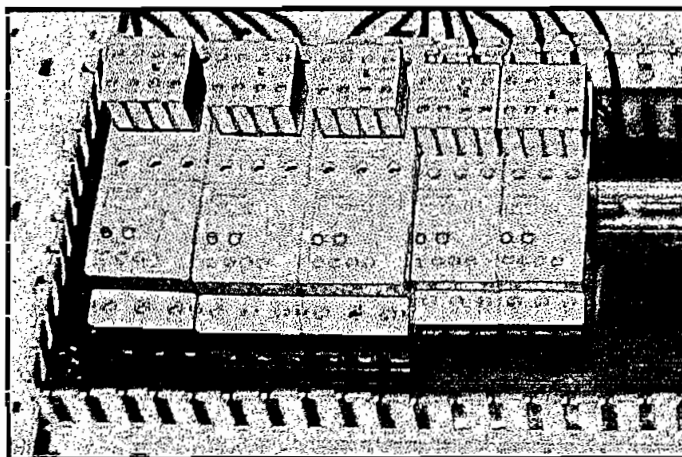


Figura 5.4 Montaje de contactores y Relés térmicos de sobrecarga (Gordillo – Toro 2005).

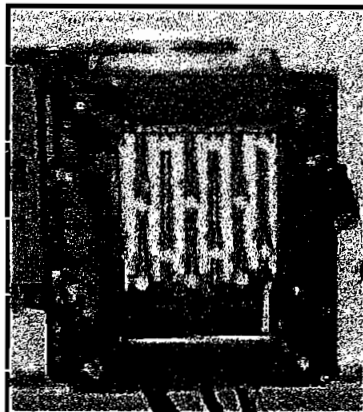


Figura 5.5 Montaje interno del variador de velocidad (Gordillo – Toro 2004).

El montaje de los contactores se lo realizó sobre riel DIN; mientras que el variador de velocidad se lo montó en la puerta mediante un sistema mecánico.

5.1.3.2 Montaje de dispositivos del sistema de control

➤ *Montaje del PLC y Módulo Lógico LOGO*

La norma NEMA – 12 sugiere que los dispositivos lógicos, como lo son los PLC's, deben colocarse en *PANELES ENCERRADOS*, cuyo tamaño depende del total del espacio requerido.

La figura 5.6, muestra el montaje del PLC en el tablero de control, cumpliendo la norma NEMA TIPO 12, que describe que los dispositivos lógicos se instalan en tableros de uso interno; a fin de protegerlos contra polvo, suciedad y goteo de líquidos no corrosivos, donde además se debe garantizar una buena ventilación.

El montaje siguió las siguientes reglas:

1. El PLC y módulos de ampliación se los separó de las fuentes de alta tensión, calor e interferencias.
2. El montaje es de tipo horizontal sobre riel DIN y con suficiente espacio para el cableado, lo que garantiza que la máxima temperatura admisible sea entre 0 y 60 °C.
3. El cableado de los equipos de señalización y comunicación fueron separados de los cables de corriente AC de alta tensión y de conmutación rápida.

- Las respectivas masas de los dispositivos lógicos se conectaron a la barra común de tierra, que poseía el tablero antiguo.

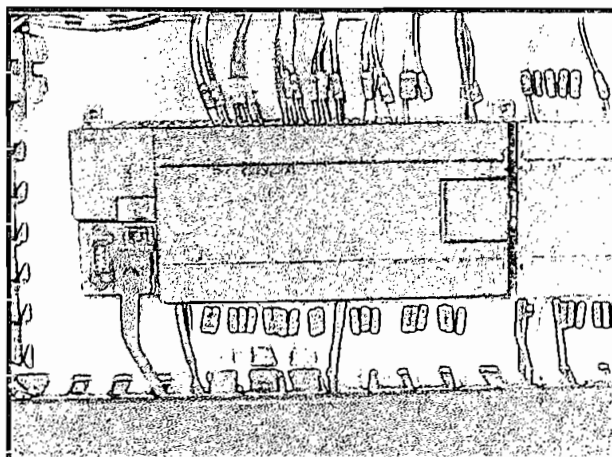


Figura 5.6 Montaje del PLC (Gordillo – Toro 2004).

Para el montaje del Módulo Lógico Programable (LOGO), se siguió igual procedimiento.

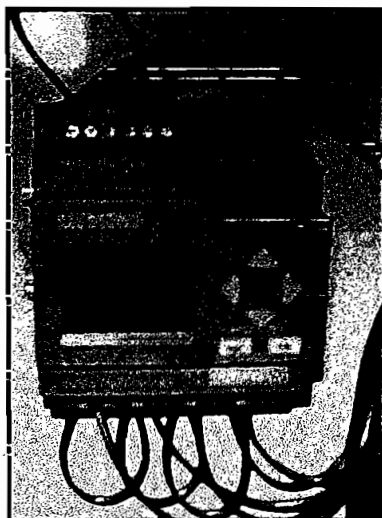


Figura 5.7 Montaje del LOGO (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Montaje de los transformadores para control e iluminación*

Con el objetivo de separar los sistemas de alimentación de control e iluminación se utilizó dos transformadores de 500 VA.

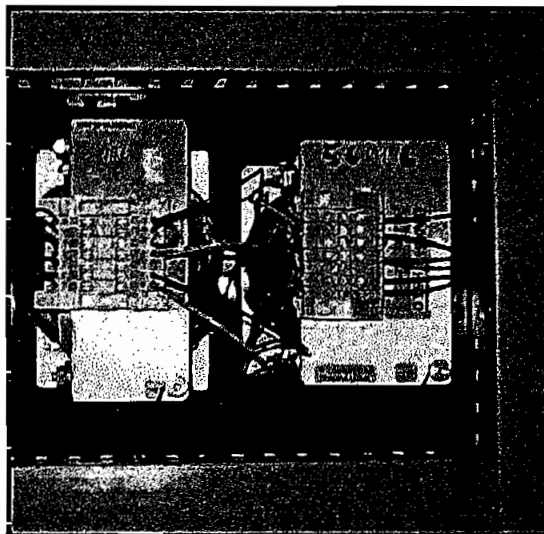


Figura 5.8 Montaje de los transformadores para control e iluminación (Gordillo – Toro 2004).

Debido al peso de estos dispositivos, su montaje se realizó mediante pernos de sujeción, tal como lo muestra la figura 5.8.

➤ *Montaje de las fuentes de poder*

La primera fuente se la utilizó para alimentar todos los dispositivos cuyo nivel de voltaje es a 24 VDC; entre ellos tenemos: transmisores, solenoides, iluminación, etc.

La figura 5.9; muestra el montaje de esta fuente de alimentación, donde también aparece, en la parte derecha, la otra fuente de menor voltaje y capacidad cuyo esquema se muestra en la figura 5.22.

Estas fuentes han sido ubicadas de tal forma que, el calor que disipan, no afecte al PLC, a sus módulos de ampliación, ni al módulo LOGO.

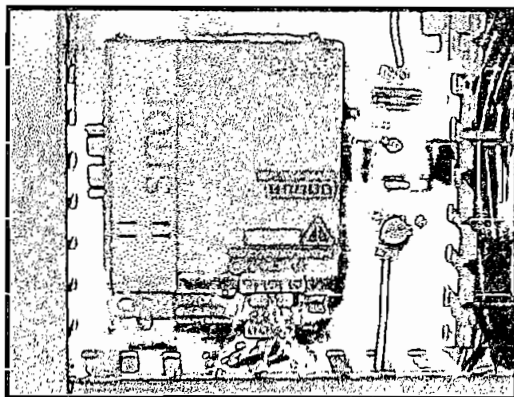


Figura 5.9 Montaje de la fuente de alimentación (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Montaje del de borneras fusibles*

En la industria muchos factores pueden incidir en el daño parcial o total de los elementos de control.

Uno de los principales problemas que frecuentemente se producen, son los cortocircuitos, cuya corriente excesiva puede causar daño a los contactos de salida del PLC y módulos de ampliación digitales; por esta razón se recomienda instalar *relés tipo miniatura*.

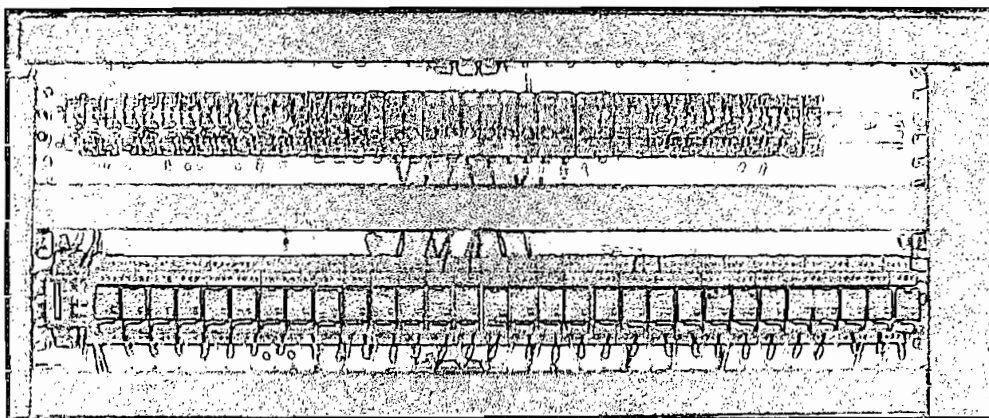


Figura 5.10 Disposición de los fusibles borneras y relés de control tipo miniatura en el tablero de control (Gordillo – Toro 2004).

Elementos de control muy delicados como los son PLCs, Reguladores de temperatura, interfaces hombre-máquina, etc, necesitan sistemas de protección

rápidos, por este motivo y respetando la sugerencia de los fabricantes se los protegió con *fusibles de tipo cristal*. Estos dispositivos se caracterizan por su elevada rapidez de corte ante sobrecorrientes y por la diversidad de rangos nominales bajos. La figura 5.10, muestra las borneras fusible y los relés de control tipo miniatura, colocados en la parte superior e inferior respectivamente; se puede observar también que existe suficiente espacio para el cableado y ventilación.

En la figura 5.1, se observa que los estos elementos están ubicados en la parte superior derecha del tablero de control, lo que facilita la conexión entre los módulos lógicos y los relés de control.

➤ *Montaje de guardamotores*

Estos fueron utilizados para la protección de transformadores, Su montaje se indica en la figura 5.11.

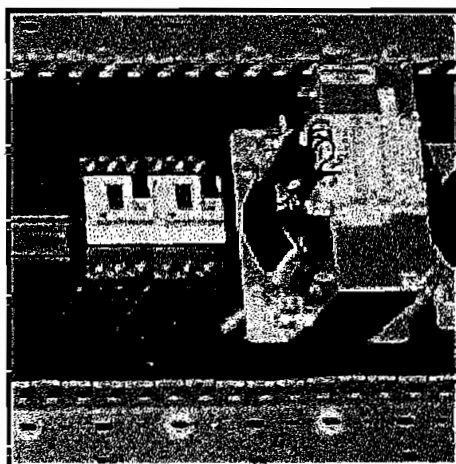


Figura 5.11 Montaje de los guardamotores en el tablero (Gordillo – Toro 2004).

➤ *Montaje de elementos de medición, regulación y señalización*

Estos dispositivos realizan labores de seguridad para el sistema, y tienen mecanismos de visualización razón por la cual se los monta en las puertas del tablero de control.

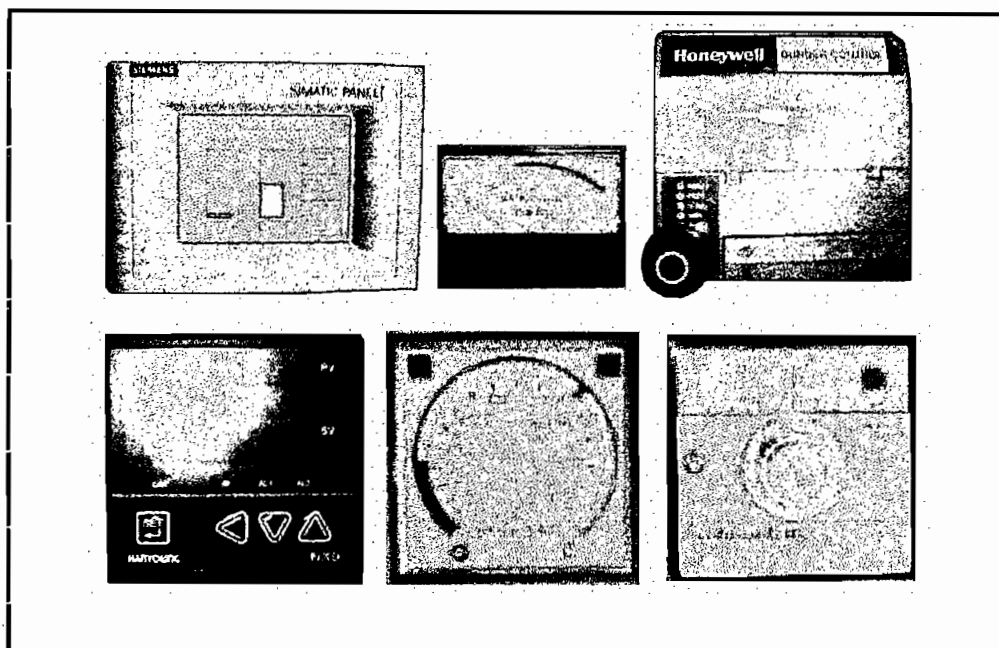


Figura 5.12 Elementos de medición, regulación y señalización (Gordillo – Toro 2004).

El montaje es por medio de mecanismos de sujeción, propios de cada aparato, para su instalación sobre las puertas.

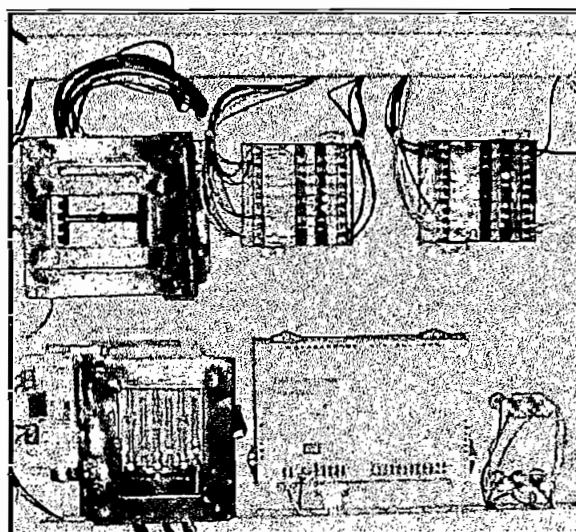


Figura 5.13 Montaje de reguladores y controladores de temperatura. (Gordillo – Toro 2004).

El montaje de las luces piloto y pulsantes se realizó en un orden específico, para facilitar la operación del proceso.

Básicamente se montan en las puertas del tablero, como se aprecia en las figuras 5.14, y 5.15.

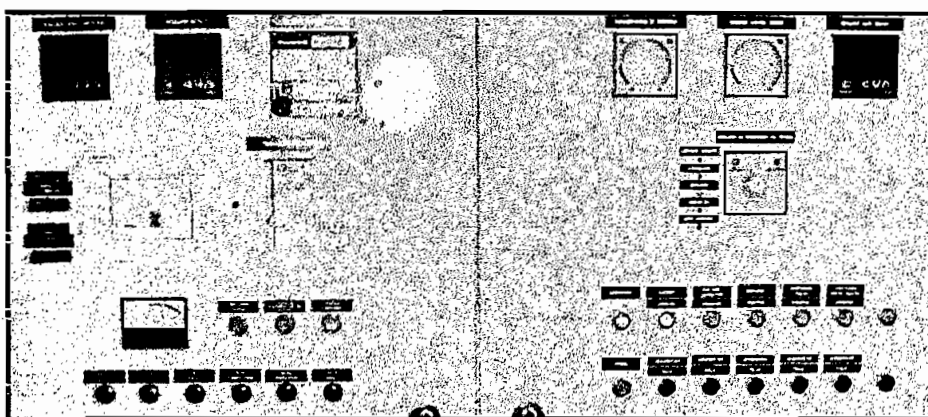


Figura 5.14 Montaje de reguladores, controladores de temperatura, HMI, luces y pulsantes. Parte externa (Gordillo – Toro 2004).

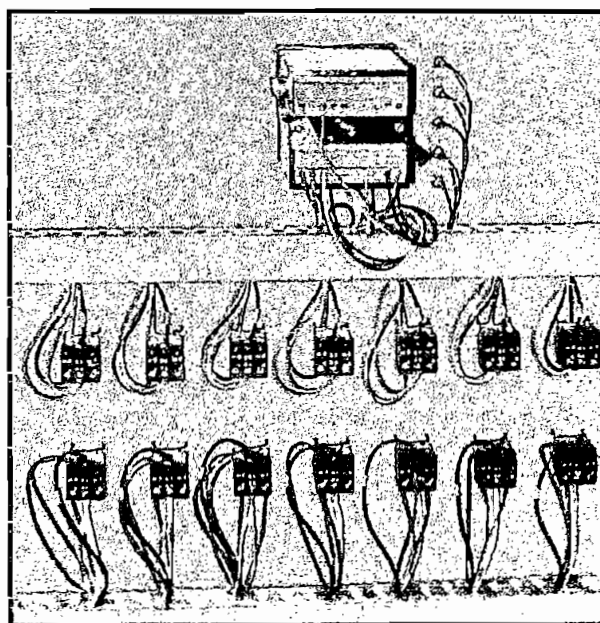


Figura 5.15 Montaje de pulsantes y luces piloto. Parte interna (Gordillo – Toro 2004).

5.1.4 MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL EN EL CAMPO

Se refiere al montaje del armario eléctrico en el cuarto de control, y su posterior enlace con los demás tableros.

El desarrollo del montaje tuvo las siguientes etapas:

- Desconexión y etiquetado de los cables que llegaban a las borneras el antiguo tablero.
- Identificación de las terminales de bornera de los tableros 21 A, 21 B, consola de mando, caja del quemador y la caja de control de bombas, para su enlace con el nuevo armario eléctrico.
- Montaje adicional de borneras en los tableros, descritos en el punto anterior
- Se comprobó el estado de los cables que llevan las señales de control o fuerza a los elementos distribuidos en el campo.
- Cableado y enlace total del sistema.

5.2 INSTALACIÓN

5.2.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CIRCUITO DE FUERZA

El cableado del sistema de fuerza es muy importante y a la vez el más crítico, por lo que los cables deben ser cuidadosamente dimensionados e instalados.

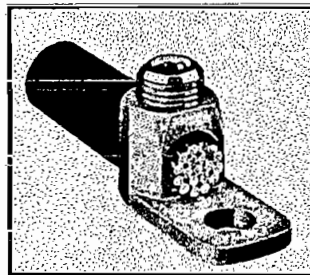


Figura 5.16 Terminal de Burndy (Instalaciones eléctricas interiores 1975).

Debido al tamaño de los cables del sistema de fuerza, para su conexión se utilizaron acoples especiales llamados terminales burndy o tipo talón, similares que se indica en la figura 5.16. Estas terminales se las utilizaron especialmente para unir los cables de alimentación con los seccionadores fusibles.

Para ordenar de mejor forma el cableado en el tablero de control se utilizaron canaletas de PVC cuyas características se detallan en la tabla 5.4.

Las canaletas, al igual que las rieles DIN, van sujetas al fondo del tablero mediante remaches. La figura 5.17, muestra la disposición de las canaletas y rieles DIN al interior del tablero.

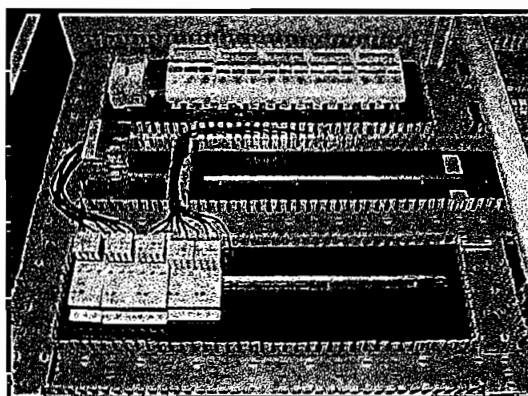


Figura 5.17 Montaje de canaletas y rieles. (Gordillo – Toro 2004).

EL cableado del sistema de fuerza se lo realizó a través de canaletas como se muestra en las figuras 5.18 y 5.19 Las características de los cables utilizados están descritos con mayor claridad en el capítulo 2.



Figura 5.18 Cableado del breaker principal y bases portafusibles (Gordillo – Toro 2004).

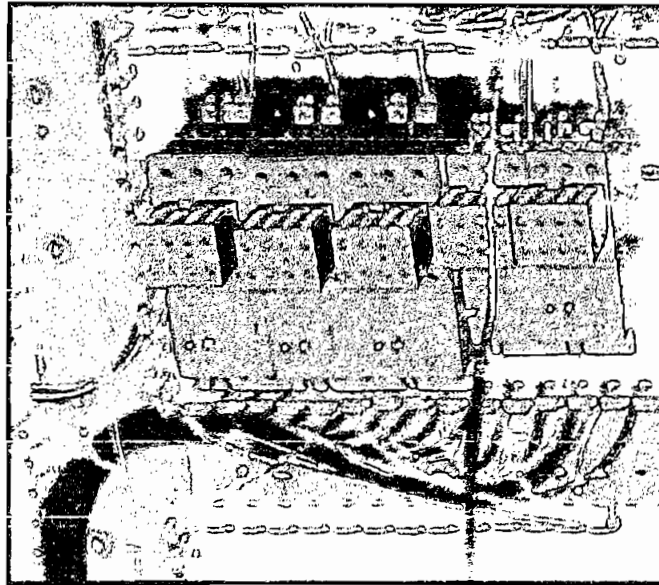


Figura 5.19 Cableados de los contactores y relés térmicos (Gordillo – Toro 2004).

5.2.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CIRCUITO DE CONTROL

La figura No. 5.20, indica la conexión y protección de los transformadores para el sistema de control (m1) y de iluminación (m2). Las características técnicas de estos elementos fueron descritas en la tabla 5.2.

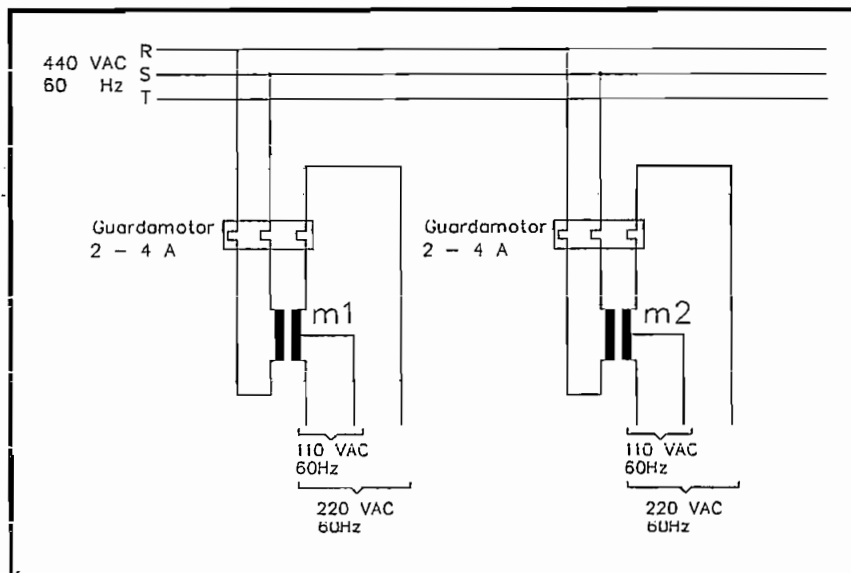


Figura 5.20 Diagrama de conexión de transformadores (Gordillo – Toro 2004).

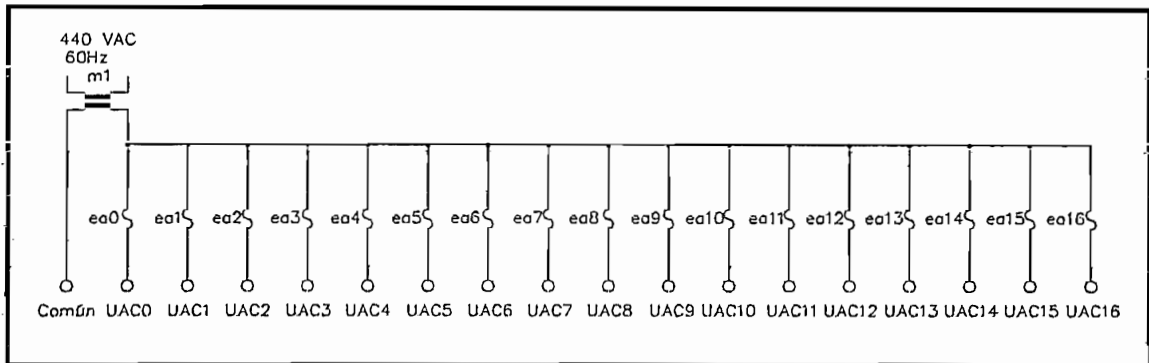


Figura 5.21 Distribución de circuitos de la fuente AC para el sistema de control (Gordillo – Toro 2004).

| Símbolo | Descripción | Fusible | |
|---------|--|---------|--------------------|
| | | Símbolo | Valor Estándar (A) |
| UAC0 | Alimentación a 14 bobinas de relés tipo miniatura | ea0 | 0.2 |
| UAC1 | PLC, posee fuente para dispositivos de ampliación (4 digitales y 3 análogos. | ea1 | 1.5 |
| UAC3 | Alimentación a 9 bobinas de relés | ea3 | 0.2 |
| UAC4 | Alimentación a 4 bobinas de relés | ea4 | 0.2 |
| UAC5 | Alimentación a 4 bobinas de contactores RT10 2. (SIEMENS) | ea5 | 0.5 |
| UAC6 | Servomotor para dosificación Bunker | ea6 | 1.5 |
| UAC7 | Alimentación a 2 bobinas de relés | ea7 | 0.2 |
| UAC8 | Transformador de chispa y sitop | ea8 | 3 |
| UAC9 | Regulador del medio sustitutivo (NX9) | ea9 | 0.5 |
| UAC10 | Regulador cámara de combustión (getrosist 96) | ea10 | 0.5 |
| UAC11 | Regulador salida - secadora (NX9) | ea11 | 0.5 |
| UAC12 | Regulador delta T (NX9) | ea12 | 0.5 |
| UAC13 | Regulador entrada- secadora (getrosist 96). | ea13 | 0.5 |
| UAC15 | 2 Electroválulas (Circulación y Rec.) | ea15 | 1 |
| UAC16 | Sensores de paletas | ea16 | 1 |

Tabla 5.5 Descripción de la simbología y fusibles de protección de los circuitos de la fuente AC para el sistema de control (Gordillo – Toro 2004).

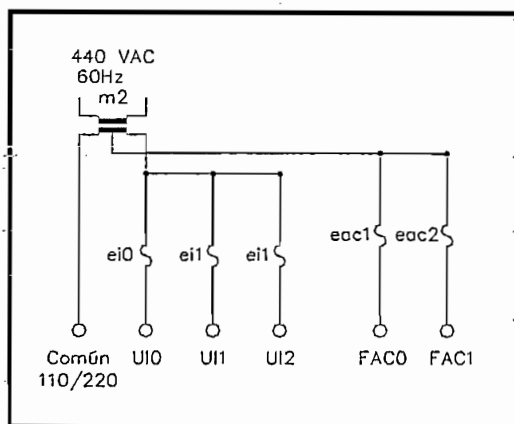


Figura 5.22 Distribución de circuitos para el sistema de iluminación y control (Gordillo – Toro 2004).

| Símbolo | Descripción | Fusible | |
|---------|---|---------|--------------------|
| | | Símbolo | Valor Estándar (A) |
| UI0 | Alimentación a 12 luces piloto | ei0 | 0.5 |
| UI1 | Alimentación a 14 luces piloto | ei1 | 0.5 |
| UI2 | 1 Electroválulas (Limpia el sensor IR) | ei2 | 1 |
| FAC0 | Para alimentar entradas al LOGO 230RC | eac1 | 0.5 |

Tabla 5.6 Descripción de la simbología y fusibles de protección de los circuitos del sistema de iluminación y control (Gordillo – Toro 2004).

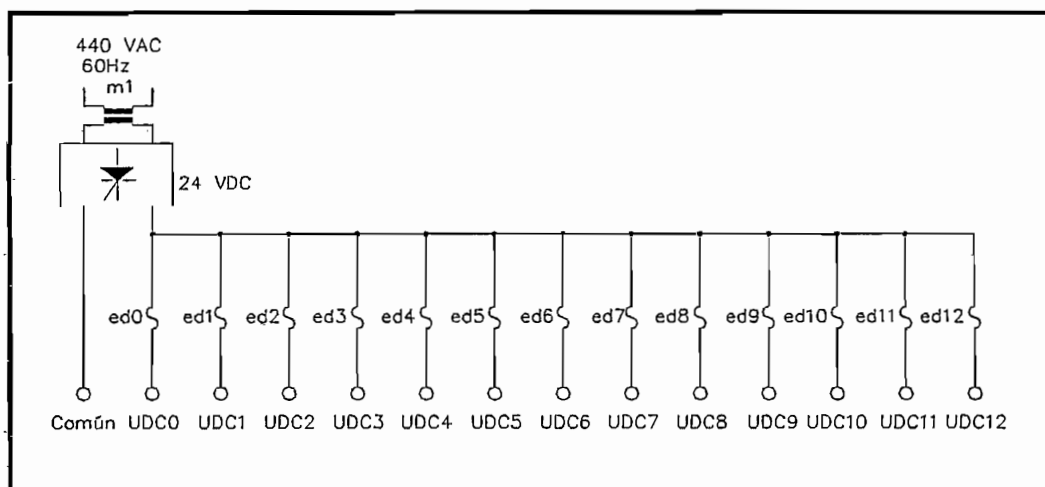


Figura 5.23 Distribución de los circuitos de la fuente DC para el sistema de control (Gordillo – Toro 2004).

| Símbolo | Descripción | Fusible | |
|---------|---|---------|--------------------|
| | | Símbolo | Valor Estándar (A) |
| UDC0 | Alimentación a 14 pulsantes | ed0 | 0.5 |
| UDC1 | Alimentación a 17 pulsantes. | ed1 | 0.5 |
| UDC2 | Alimentación a 5 pulsantes y 2 contactos libres de potencial. | ed2 | 0.5 |
| UDC3 | Alimentación a 6 pulsantes | ed3 | 0.5 |
| UDC4 | Alimentación a 4 contactos libres de potencial. | ed4 | 0.5 |
| UDC5 | Alimentación a 8 contactos libres de potencial. | ed5 | 0.5 |
| UDC6 | Alimentación a 8 contactos libres de potencial. | ed6 | 0.5 |
| UDC7 | Alimentación a 6 contactos libres de potencial. | ed7 | 0.5 |
| UDC8 | Para alimentar a 3 Módulos análogos y fuente de 10 VDC | ed8 | 1 |
| UDC9 | Seloides (Cono-Chimenea, Hidráulica IN/OUT) | ed9 | 2.5 |
| UDC10 | Seloides (Atomizador y lanza) | ed10 | 2.5 |
| UDC11 | TP070 Panel táctil | ed11 | 0.4 |
| UDC12 | Para transmisor y los 2 convertidores de voltaje a corriente. | ed12 | 0.5 |

Tabla 5.7 Descripción de la simbología y fusibles de protección de los circuitos de la fuente DC para el sistema de control (Gordillo – Toro 2004).

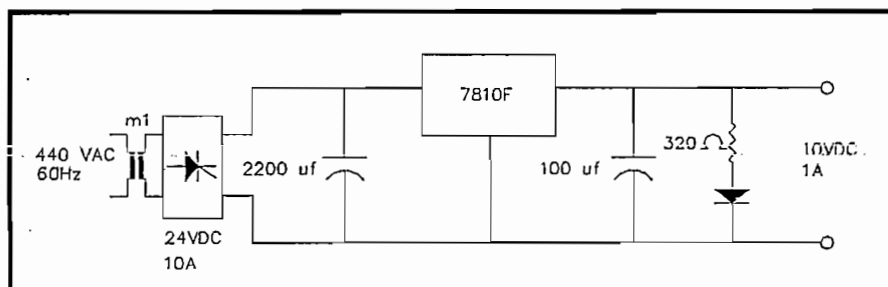


Figura 5.24 Diagrama eléctrico de la fuente de 10 VDC. (Gordillo – Toro 2004).

El tamaño del cable utilizado en el alambrado del PLC y dispositivos de control, es el #18 AWG, similar al que se muestra en la figura 5.25.

Este cable flexible de cobre blando, viene aislado con PVC con alto rango térmico; y es utilizado comúnmente para conexión de control e instrumentación en tableros eléctricos.

Como norma general, se debe distinguir fácilmente los cables que llevan la línea activa, para este efecto se utilizaron distintos colores, de acuerdo a lo que se indica en la tabla 5.8.

| Color del cable | Tipo (Flexible) | Descripción |
|-----------------|--------------------|---|
| Negro | # 18 AWG | Para alimentación al PLC, cableado de salidas y dispositivos con voltaje alterno. |
| Amarrillo | # 18 AWG | Línea de retorno de voltaje alterno |
| Rojo | # 18 AWG | Para alimentación de dispositivos de voltaje continuo. |
| Blanco | # 18 AWG | Línea de retorno de voltaje continuo. |
| Verde | # 18 AWG | Para conexión con la barra de tierra. |

Tabla 5.8 Colores de cables utilizados para es sistema de control (Gordillo – Toro 2004).

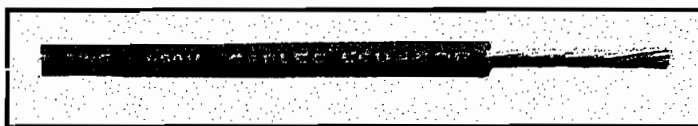


Figura 5.25 Cable de instalación #18 (Catálogo Cables 2003).

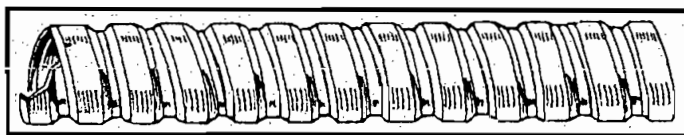


Figura 5.26 Ducto BX (Manual práctico de instalaciones eléctricas 1986).

Los cables de alimentación para los dispositivos a 24 VDC instalados fuera del cuarto de control, fueron protegidos y conducidos a través de ductos BX similares a los de la figura 5.26.

El recorrido del cableado de control se realizó evitando, en lo posible, la cercanía con los conductores de fuerza. Fueron sujetos finalmente mediante amarras plásticas y conducidos en canaletas, tal como se ilustra en la figura 5.27.

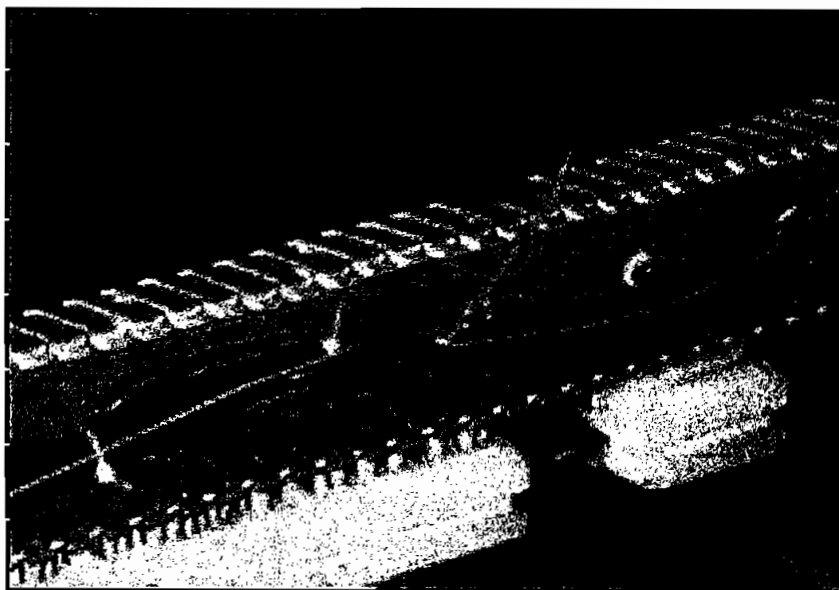


Figura 5.27 Cableado interno (Gordillo – Toro 2004).

Los cables fueron correctamente marcados mediante marquillas, a efectos de facilitar el proceso de mantenimiento y reemplazo de los mismos en caso de daño.

5.3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez armado el tablero de control, y realizado el cableado de la consola de mando, se procedió a comprobar el correcto funcionamiento de la instalación.

Para esto se puso en marcha el sistema en modo manual y en automático, tal como debe hacerlo el operador en su labor diaria, y finalmente, se sometió a la instalación a todas las condiciones de falla que fueron consideradas en el diseño.

5.3.1 EN FUNCIONAMIENTO MANUAL

Fue llevado a cabo con la intención de comprobar que el sistema reciba las señales de entrada correctas, en el momento en que ocurran condiciones de falla. Se siguió el siguiente procedimiento:

- Se comprobó el correcto sentido de giro de todos los elementos rotativos.
- Se comprobó el buen estado de las poleas para el acople entre los motores y los ventiladores.

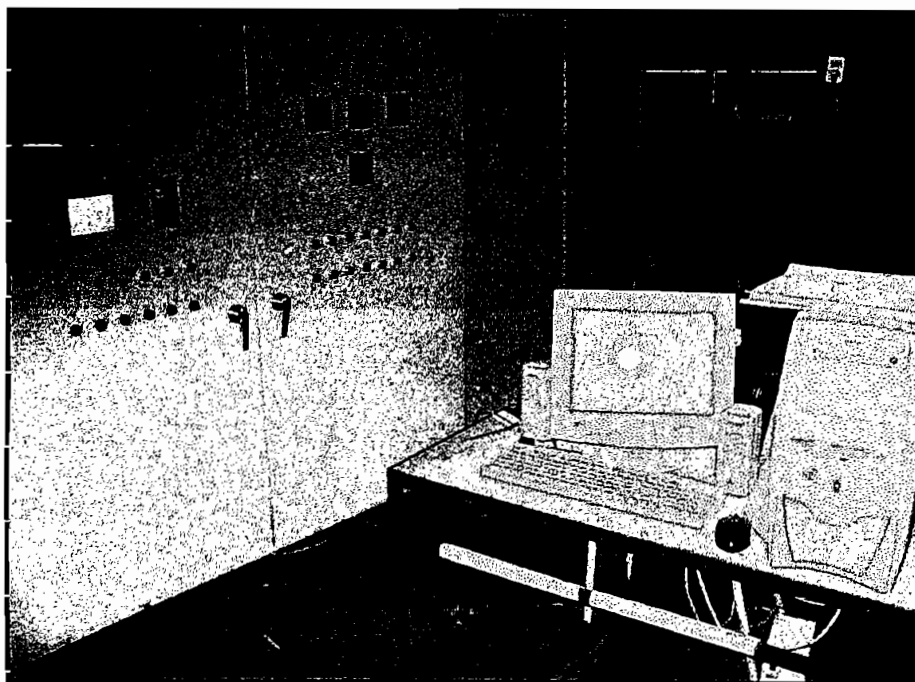


Figura 5.28 Tablero de control sometido a pruebas de funcionamiento (Gordillo – Toro 2004).

- Se verificó el buen estado de las cadenas de acople del eje de rastrillos, la banda de viruta húmeda y el sin tornillo sin fin cono - zaranda.
- Por medio de la comparación de las medidas de voltaje de las termocuplas, tomadas antes y después de la instalación del nuevo sistema de control, se comprobó la medida de temperatura de todos los reguladores.
- Finalmente se comprobó que los motores actúen en correspondencia con las señales de control.

5.3.2 EN FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

Se comprobó, en primera instancia, el funcionamiento normal de la instalación, siguiendo los siguientes pasos.

➤ *En el arranque*

- Limpieza del secador.
- Ajuste de todos los valores teóricos de seguridad.
- Temperatura máxima de salida de la secadora. Valor de ajuste = 180 °C. Considerando que, una temperatura más elevada, significa acercar al material a su punto de combustión de 232 ° C.
- Temperatura máxima de entrada de la secadora. Valor de ajuste = 450 °C. Es la misma consideración que para el anterior parámetro, pero es más elevada, por que la humedad de entrada del material es de alrededor del 50 %, lo que demora su combustión. El gráfico de la figura 5.29, contiene datos de los promedios diarios de humedad de entrada del material de 14 días seguidos de producción, almacenados en los silos 2 y 3.
- Temperatura máxima del medio sustitutivo. Valor de ajuste = 170 ° C. Esta condición inhibe la aportación de combustible sólido, a fin de evitar que la temperatura se acerque a la máxima de apagado del caldero.
- Temperatura máxima de la cámara de combustión. Valor de ajuste = 1100 ° C.

Por arriba de esta temperatura, las temperaturas de entrada y de salida del secador se elevan por encima de sus valores máximos.



Figura 5.29 Humedad de entrada al sistema (Gordillo – Toro 2004).

- Temperatura mínima de salida de la secadora. Valor de ajuste = 100 ° C. Por debajo de esta temperatura, el material de salida de la secadora tiene humedades de entre 8 y 9 %; es decir, muy superior al valor mínimo requerido (menos del 2 %).
- Temperatura mínima del medio sustitutivo. Valor de ajuste = 120 ° C. Permite la aportación de polvo de madera a la combustión; es necesario, para una buena combustión, que se desarrolle todo el calor que es posible generar solo con el bunker, antes de aportar combustible sólido.
- Temperatura mínima de la cámara de combustión. Valor de ajuste = 400 ° C.

Se ha comprobado que por debajo de esta temperatura, el polvo de madera no se combustiona adecuadamente, dejando residuos que ensucian a la cámara de combustión, además de emitir mayor cantidad de gases tóxicos.

- Habilitación de los medios de energía y abastecimiento.
 - Eléctrico
 - Aire comprimido
 - Agua
 - Aceite combustible
 - Poner en automático a la instalación.

- Poner en marcha el sistema de retirada de la viruta (sección secador).
- Poner en marcha el ventilador de aire de combustión (sección aire de combustión).
- Conectar el quemador de aceite combustible (sección quemador).
- Es necesario seguir los siguientes pasos para un correcto arranque del quemador:
 - Poner el aparato directriz de la regulación en posición manual.
 - Ajustar el valor teórico de la temperatura de la salida de la secadora según la humedad final deseada.
 - Mediante el contacto de "mas" elevar la temperatura lentamente hasta alcanzar el valor teórico deseado.

- Conectar la aportación de material (sección aportación viruta húmeda).
- Conectar la aportación de polvo de madera (sección 4).

➤ *Durante el funcionamiento*

Durante el funcionamiento de la secadora se comprobó continuamente la humedad de la viruta a la salida de la secadora.

➤ *En la parada*

Para la parada de la instalación se siguieron los siguientes pasos:

- Reducir la aportación de viruta. La consecuencia, es que el control sobre el combustible sólido, llevará a la aportación de polvo de madera, a la posición mínima (4.5 Kg. / min.). La aportación de polvo será detenida y más tarde el quemador se apagará por temperatura máxima de regulación. Cuando la temperatura a la salida de la secadora

alcanzo la mínima permitida para un correcto secado de viruta la aportación de viruta húmeda fue detenida.

- Después de haberse vaciado y enfriado la instalación (temperatura de salida de la secadora menor a 80 ° C) la maquinaria se desconectó en el siguiente orden:
 - Ventilador de gases de recirculación.
 - Eje de rastrillos.
 - Todos los equipos de retirada de las virutas.
 - Boca de descarga.

El siguiente paso era someter al sistema, a una simulación de fallas. Esto fue llevado a cabo, máquina por máquina y sección por sección, haciendo las respectivas correcciones al programa del PLC cuando fue necesario. Las tablas que a continuación se indican, nos ayudaron a simular el sistema sin que ninguna falla sea pasada por alto.

| SIMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|---|
| TSFR | Tornillo sin fin retirar |
| VD | Válvula de descarga |
| RAST | Eje de rastrillos |
| FAN | Ventilador de gases de recirculación |
| FAC | Ventilador de aire de combustión |
| BR | Banda de viruta húmeda retirar |
| FS | Ventilador de aire secundario |
| FT | Ventilador de transporte de polvo |
| SILO4 | Rosca helicoidal silo 4 (aporte de polvo de madera) |
| HIDRA | Sistema hidráulico |
| VC | Válvula de carga |
| BN | Banda de viruta húmeda transportar |
| TSFT | Tornillo sin fin transportar |
| X_ON | Falla que impide el encendido de la máquina X |
| Y_OFF | Falla que provoca el apagado de la máquina Y |

Tabla 5.9 Simbología utilizada para las fallas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | TSFR ON | TSFR OFF | YD ON | YD OFF |
|---------------------------------------|---------|----------|-------|--------|
| Termica Tornillo sin fin cono zaranda | ☼ | ☼ | ☼ | |
| Termica Válvula de descarga | ☼ | | ☼ | ☼ |
| Termica Eje de rastrillos | ☼ | | ☼ | |
| Termica Fan principal | ☼ | | ☼ | |
| Presión mínima de aire de mando | ☼ | | ☼ | |
| Presión mínima de agua | ☼ | | ☼ | |
| STOP1_S | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |

Tabla 5.10 Resumen de 1er grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | RAST ON | RAST OFF | FAN ON | FAN OFF |
|---------------------------------------|---------|----------|--------|---------|
| Termica Tornillo sin fin cono zaranda | ☼ | | ☼ | |
| Termica Válvula de descarga | ☼ | | ☼ | |
| Termica Eje de rastrillos | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Fan principal | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Presión mínima de aire de mando | ☼ | | ☼ | |
| Presión mínima de agua | ☼ | | ☼ | |
| STOP1_S | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| RPM después del tiempo de arranque | | ☼ | ☼ | ☼ |

Tabla 5.11 Resumen de 2do grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | FAC ON | FAC OFF | BR ON | BR OFF |
|--|--------|---------|-------|--------|
| Termica Tornillo sin fin cono zaranda | | | ☼ | ☼ |
| Termica Fan de aire de combustión | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Presión de aire de mando | | | ☼ | ☼ |
| Presión de agua | | | ☼ | ☼ |
| Presión de combustibles Líquidos | | | ☼ | ☼ |
| Nivel de bunker mínimo | | | ☼ | ☼ |
| Delta T < mínimo | | | | ☼ |
| Salida secadora > máximo | | | ☼ | ☼ |
| Entrada secadora > máximo | | | ☼ | ☼ |
| Cámara de combustión > máximo | | | ☼ | ☼ |
| STOP_Q | | | ☼ | ☼ |
| STOP1_S | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Llama mantenimiento | | | | ☼ |
| Zaranda | | | ☼ | ☼ |
| Controlador de temperatura de bunker encendido | | | ☼ | ☼ |
| Seccion anterior_ON | ☼ | | ☼ | ☼ |
| Maquina anterior_ON | | | ☼ | ☼ |

Tabla 5.12 Resumen de 3ro grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | FS ON | FS OFF | FT ON | FT OFF |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| Termica Fan de transporte | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Fan de aire secundario | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Motor hidráulica | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Rosca helicoidal | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Nivel de aceite hidráulica mínimo | ☼ | | ☼ | |
| Cámara de combustión > máximo | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Medio sustitutivo > máximo | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Medio sustitutivo < mínimo | ☼ | | ☼ | |
| Cámara de combustión < mínimo | ☼ | | ☼ | |
| STOP_Q | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| STOP1_S | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Llama mantenimiento | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Paletas | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Seccion anterior | ☼ | | ☼ | |

Tabla 5.13 Resumen de 4to grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | SILO4 ON | SILO4 OFF | HIDRA_ON | HIDRA_OFF |
|-----------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| Termica Fan de transporte | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Fan de aire secundario | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Motor hidráulica | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Rosca helicoidal | ☼ | ☼ | ☼ | ☼ |
| Nivel de aceite hidráulica mínimo | ☼ | | ☼ | ☼ |
| Cámara de combustión > máximo | ☼ | ☼ | | |
| Medio sustitutivo > máximo | ☼ | ☼ | | |
| Medio sustitutivo < mínimo | ☼ | | | |
| Cámara de combustión < mínimo | ☼ | | | |
| STOP_Q | ☼ | ☼ | | |
| STOP1_S | ☼ | ☼ | | |
| Llama mantenimiento | ☼ | ☼ | | |
| Paletas | ☼ | ☼ | | |
| Seccion anterior | ☼ | | | |

Tabla 5.14 Resumen de 5to grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | YC_ON | YC_OFF | BN_ON |
|---------------------------------------|-------|--------|-------|
| Termica Tornillo sin fin cono zaranda | | | |
| Termica Válvula de carga | ☼ | ☼ | ☼ |
| Termica Banda de transporte | ☼ | ☼ | ☼ |
| Salida secadora > máximo | ☼ | ☼ | ☼ |
| Entrada secadora > máximo | ☼ | ☼ | ☼ |
| Salida secadora < mínimo | | | |
| STOP1_S | ☼ | | ☼ |
| Llama mantenimiento | ☼ | | ☼ |
| Zaranda | | | |

Tabla 5.15 Resumen de 6to grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

| FALLA | BN OFF | TSFT_ON | TSFT_OFF |
|---------------------------------------|--------|---------|----------|
| Termica Tornillo sin fin como zaranda | | ☼ | ☼ |
| Termica Válvula de carga | ☼ | | |
| Termica Banda de transporte | ☼ | | |
| Salida secadora > máximo | ☼ | ☼ | ☼ |
| Entrada secadora > máximo | ☼ | ☼ | ☼ |
| Salida secadora < mínimo | | ☼ | ☼ |
| STOP1 S | | | |
| Llama mantenimiento | | ☼ | |
| Zaranda | | | ☼ |

Tabla 5.16 Resumen de 7mo grupo de fallas simuladas (Gordillo – Toro 2004).

A este punto, se podía asegurar que la instalación respondería correctamente frente a condiciones de falla reales.

5.3.3 CONTROL DE LA TEMPERATURA DE LA SECADORA

Seguros de que la instalación operarí en forma secuencial durante el encendido y el apagado, y que respondería correctamente en caso de eventuales fallas, el paso final, era calibrar el control de temperatura de la salida de la secadora, de forma que en el arranque de la instalación, no se presenten sobrepicos excesivos de temperatura que desconecten al quemador, y se pueda conservar la temperatura en estado estable, dentro de un límite máximo de 5 % de variación, dado las constantes variaciones de carga que ocurre en la aportación de material.

Para lograr una respuesta satisfactoria del control de temperatura se siguió el siguiente procedimiento:

- Se tomaron medidas de temperatura, durante el arranque de la instalación, con las condiciones normales de funcionamiento que se muestran en la tabla 5.17, obteniéndose la curva temperatura Vs. Tiempo indicada en la figura 5.30.

| PARÁMETRO | ESTADO |
|----------------------------|-----------------|
| Temperatura deseada | 168 ° C |
| Temperatura de desconexión | 180 ° C |
| Aportación de material | descarga normal |

| | |
|---|---------------------------------------|
| Aportación de combustible líquido | constante |
| Aportación de combustible sólido | variable (aquí se ejecuta el control) |
| Banda de error | 6% |
| Constante de proporcionalidad | 1 |
| Tiempo entre pulsos para variar combustible | Constante (8 seg.) |

Tabla 5.17 Condiciones de funcionamiento iniciales para la instalación (Gordillo – Toro 2005).

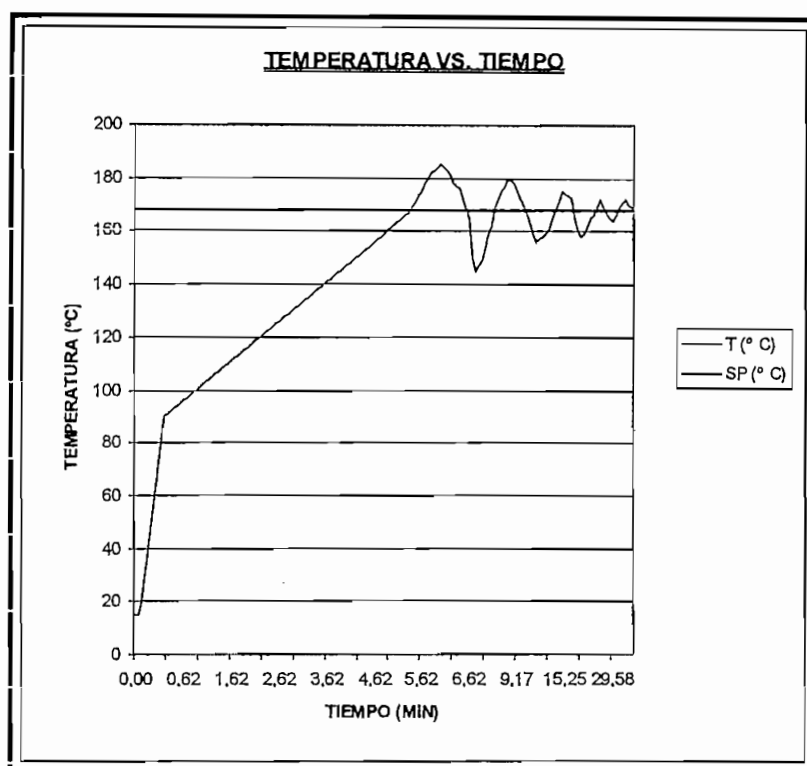


Figura 5.30 Gráfica de Temperatura vs. Tiempo para las condiciones iniciales (Gordillo – Toro 2005).

Se modificaron ciertos parámetros de control, hasta lograr que la característica Temperatura vs. Tiempo tenga una respuesta aceptable. En la tabla 5.18 se indican las nuevas condiciones de operación, a partir de las cuales se obtuvo la curva de Temperatura vs. Tiempo indicada en la figura 5.31.

| PARÁMETRO | ESTADO |
|---|--|
| Temperatura deseada | 168 ° C |
| Temperatura de desconexión | 180 ° C |
| Aportación de material | descarga normal |
| Aportación de combustible líquido | constante |
| Aportación de combustible sólido | variable (aquí se ejecuta el control) |
| Banda de error | 1% |
| Constante de proporcionalidad | 2 |
| Tiempo entre pulsos para variar combustible | Dependiente del error actual y el anterior (mín. 8 seg.) |

Tabla 5.18 Condiciones de funcionamiento después de la 1ra modificación (Gordillo – Toro 2005).

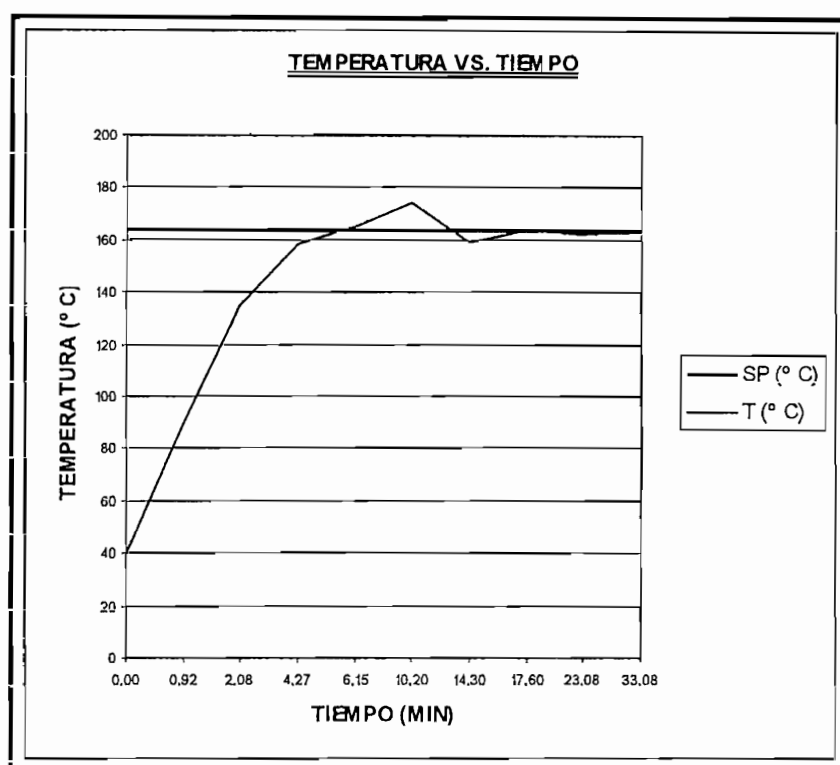


Figura 5.31 Gráfica de Temperatura vs. Tiempo después de la 1ra modificación (Gordillo – Toro 2005).

Como muestra la gráfica 5.31, los parámetros de estabilidad y tiempo de respuesta mejoraron significativamente, al disminuir la banda de error y evaluar la velocidad con la que varía la temperatura frente a un cambio en la aportación de

combustible. Además, no existió ningún sobre pico elevado de temperatura a la salida del secador, y consecuentemente, no se apagó el caldero por sobre temperatura, lo cual es beneficioso para el continuo funcionamiento del sistema.

5.3.4 HUMEDAD DEL MATERIAL

Durante el funcionamiento de la secadora se tomaron medidas de la humedad de material que salía del sistema, en intervalos de 1 hora, obteniéndose la gráfica mostrada en la figura 5.32.

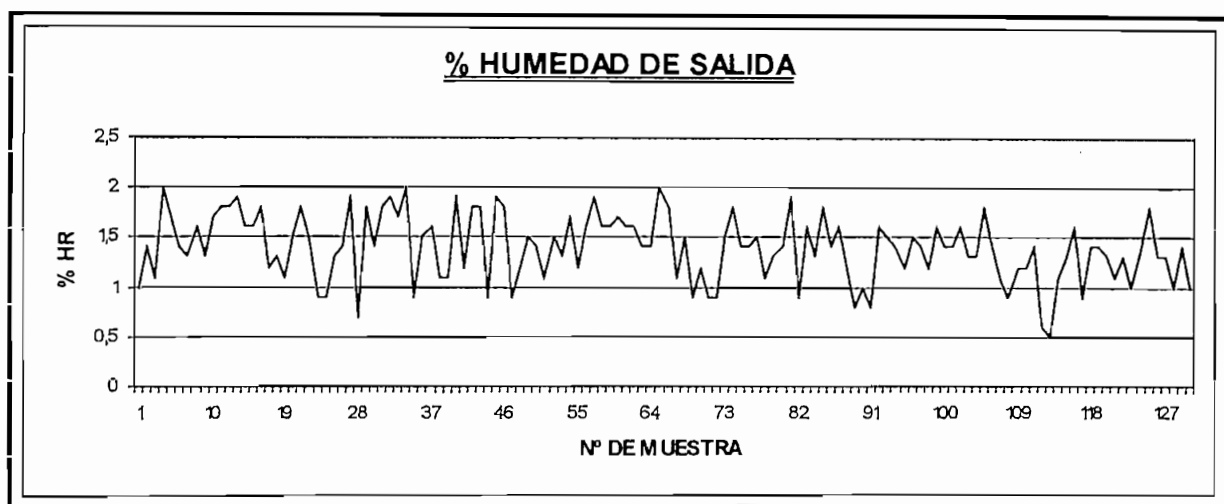


Figura 5.32 Gráfica de la humedad de salida de la secadora obtenida con el nuevo sistema (Gordillo – Toro 2005).

A continuación realizaremos el análisis estadístico de la gráfica de humedad de salida de la secadora, para demostrar que el material que se obtiene esta dentro de los valores de humedad exigidos (< 2 %).

Se calculo la media aritmética, por medio de la ecuación 5.1 [Spiegel Pág. 45]

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^N X_j}{N}$$

[Ecuación 5.1.]

\bar{X} : Media aritmética.

X : Dato o muestra.

N : Numero de muestras.

$$\bar{X} = 1,39153846$$

Con la ecuación 5.2 [Spiegel Pág. 70], se calculó la desviación típica.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{N}}$$

[Ecuación 5.2.]

s : Desviación típica.

$$s = 0,32779144$$

Por la propiedad de la distribución normal [Spiegel Pág. 123], se sabe que un 95,45 % de las muestras de un universo caerán dentro del rango comprendido entre los límites L1 y L2, siendo estos.

$$L1 = \bar{X} - 2s$$

$$L2 = \bar{X} + 2s$$

Lo que para el nuevo sistema de control, significa:

$$L1 = 1,39153846 - 2 * 0,32779144$$

$$L1 = 0.7744\%$$

$$L2 = 1,39153846 + 2 * 0,32779144$$

$$L2 = 2.047\%$$

Dado que el valor límite de humedad máxima a la salida de la secadora es de 2.0 %, estamos en capacidad de afirmar que cuando el sistema opera en condiciones estables de funcionamiento, se logra la humedad requerida.

5.4 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ANTIGUO Y EL NUEVO SISTEMA INSTALADO

A continuación y con ayuda del respectivo reporte gráfico, mostramos algunas diferencias del nuevo sistema con respecto al anterior, tomando en cuenta que el diseño del sistema actual, fue realizado con base al diseño original de la planta.

➤ Los equipos de la sección secador, eran accionados por el operador en forma individual; y aunque debía llevarse a cabo en cierto orden, esto no siempre ocurría. Por ejemplo, la válvula de descarga debía estar prendida antes de arrancar el ventilador de gases de recirculación; y si esto no ocurría, la válvula de descarga intentaría arrancar con material en la base del cono, lo que produce un estancamiento del material, y consecuentemente, una para en la producción de alrededor de 1 hora.

Cuando se pensó en agrupar máquinas dentro de una sección, se lo hizo pensando en fallas como ésta; ya que dentro de una sección, el accionamiento de una máquina tiene que ver con el de otra, en lo que se refiere al orden de encendido y apagado, en condiciones normales y de falla.



Figura 5.33 Cono donde se separa el gas caliente del material seco (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

➤ En el sistema antiguo, el operador decidía el funcionamiento de la zaranda y del equipo de transporte posterior. Una mala maniobra por parte de éste, ocasionaba que la zaranda esté apagada, mientras esté llegando material desde la cámara de secado, ocasionando el taponamiento de los ductos de salida de la zaranda.

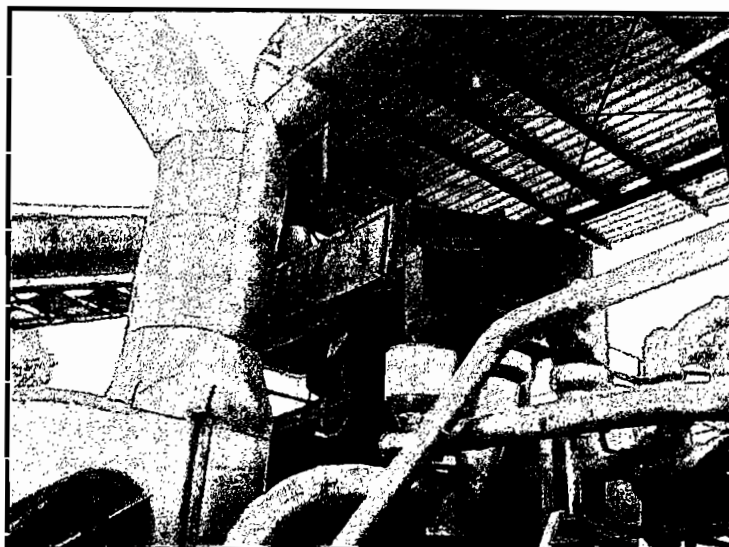


Figura 5.34 Zaranda a donde se lleva el material (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

En el nuevo sistema, el funcionamiento de la zaranda determina el transporte del material desde la salida de la secadora, de forma que si la zaranda es detenida, el equipo de transporte de material se pone en reversa inmediatamente.

➤ Se cambió toda la circuitería de control, según los diagramas mostrados en el anexo 1. El sistema antiguo era con tecnología electromecánica, mientras que el nuevo sistema de control trabaja por medio de un PLC, con 4 módulos digitales y 3 análogos que ejecutan el control de toda la instalación para el secado de la viruta, desde la banda que trae el material húmedo, hasta el tornillo sin fin que transporta el material a la zaranda.

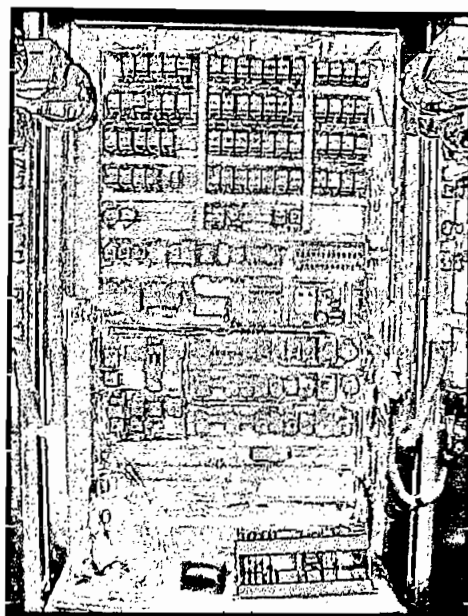


Figura 5.35 Vista interior del tablero de control antiguo (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

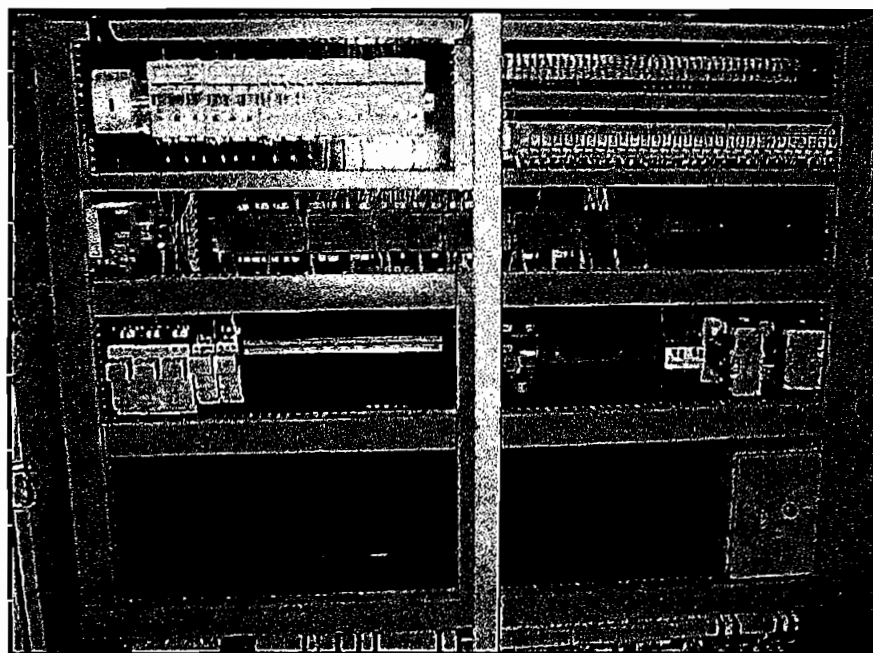


Figura 5.36 Vista interior del nuevo tablero de control (Gordillo – Toro 2005).

➤ El estado de deterioro al que llegaron los terminales y borneras, y que dificultaban las labores de mantenimiento, obligó a renovarlos completamente, identificándolos de manera técnica y funcional.

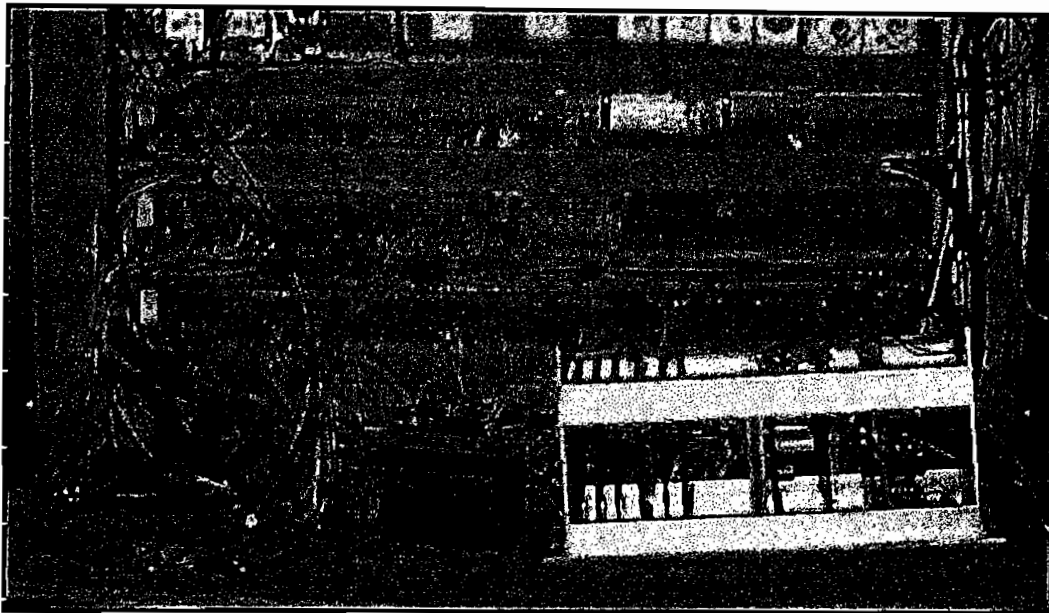


Figura 5.37 Terminales de conexión del antiguo tablero (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

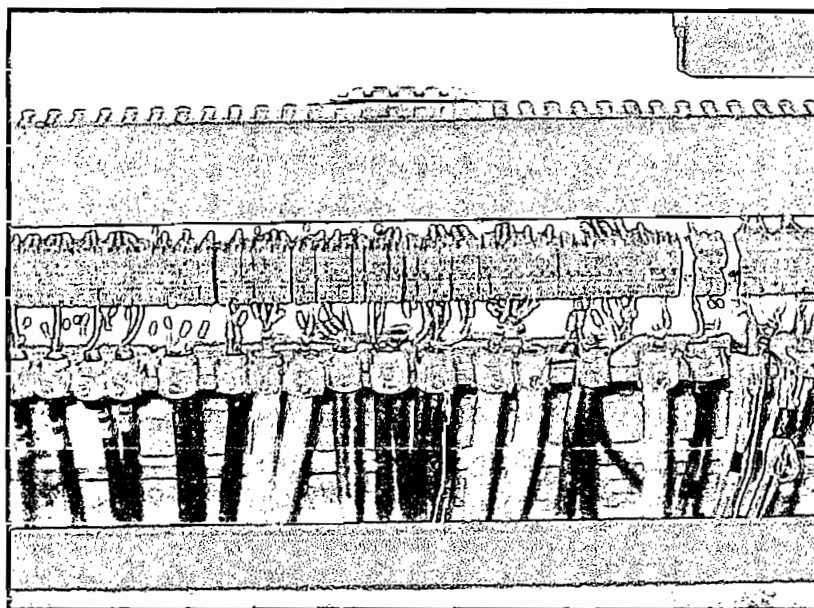


Figura 5.38 Terminales de conexión del nuevo tablero (Gordillo – Toro 2005).

➤ La señalización, medición y operación del control del tablero de control se simplificó ostensiblemente.

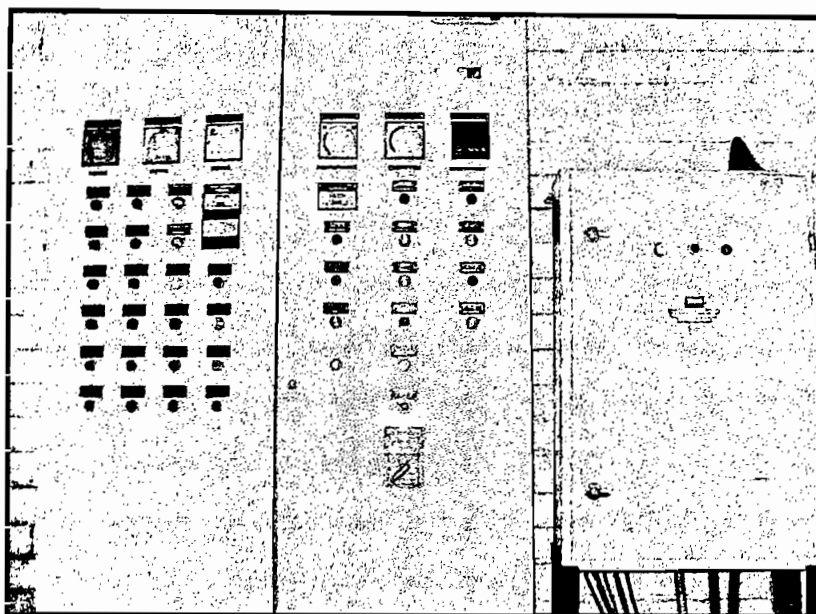


Figura 5.39 Vista exterior de los antiguos tableros de control (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

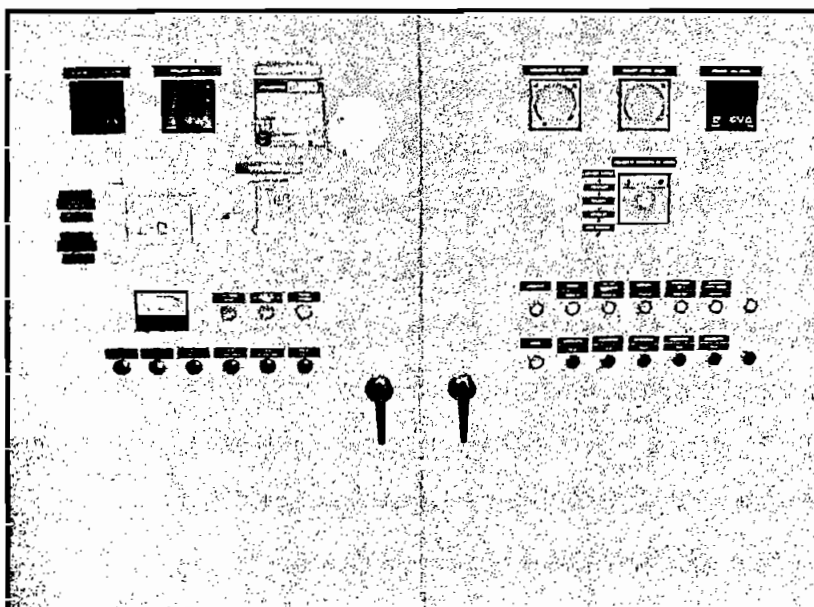


Figura 5.40 Vista exterior del nuevo tablero de control (Gordillo – Toro 2005).

➤ El sistema actual cuenta con un interfaz hombre – máquina, que da cuenta al operador sobre el estado de la instalación, tanto en condiciones normales como en condiciones de falla.

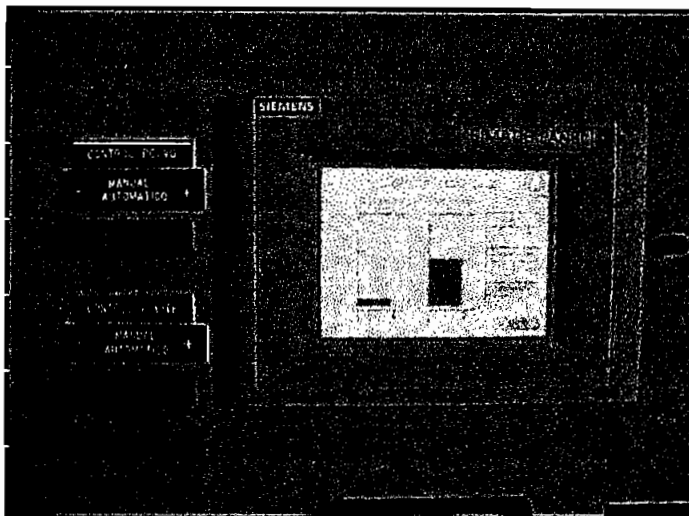


Figura 5.41 Interfaz hombre máquina (Gordillo – Toro 2005).

➤ En el nuevo sistema se logró habilitar los supervisores delta T y de medio sustitutivo, que aunque estaban incluidos en el diseño original de la planta, no estaban en operación.

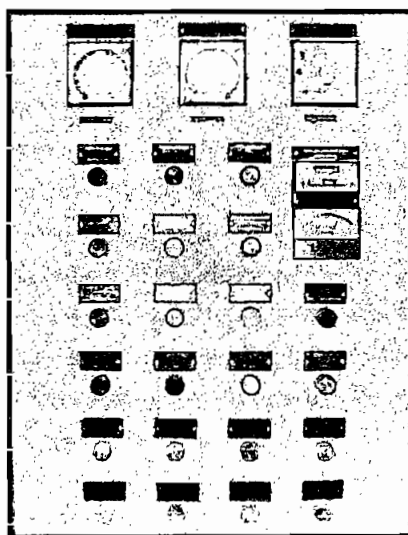


Figura 5.42 En la parte superior izquierda, aparecen los reguladores delta T y medio sustitutivo anteriormente utilizados (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

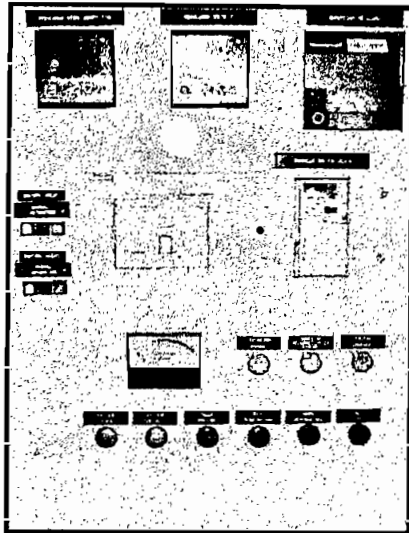


Figura 5.43 En la parte superior izquierda, aparecen los reguladores delta T y medio sustitutivo (Gordillo – Toro 2005).

➤ Una de las modificaciones más importantes, era el reemplazo del control y supervisión de la llama en el hogar. Como lo muestra la figura 5.44, anteriormente, se disponía de un sistema supervisor de llama de tecnología muy antigua y su reemplazo era de gran interés para Novopan del Ecuador S.A.

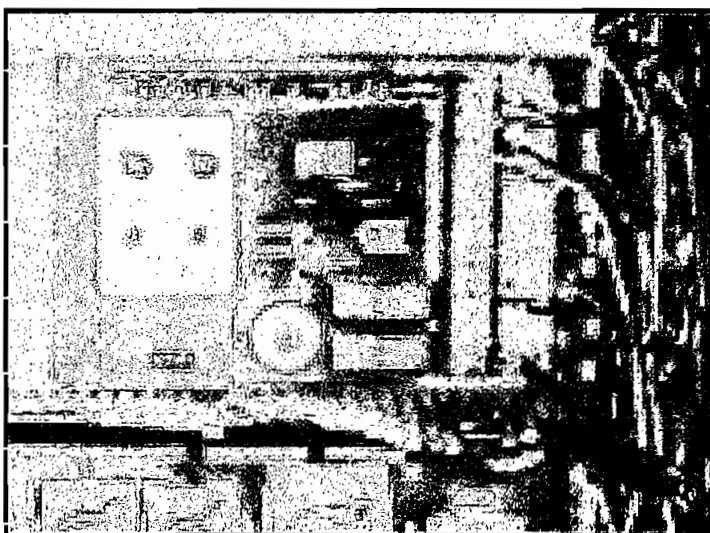


Figura 5.44 Antiguo sistema de supervisión de llama (Novopan del Ecuador S. A. 2004).

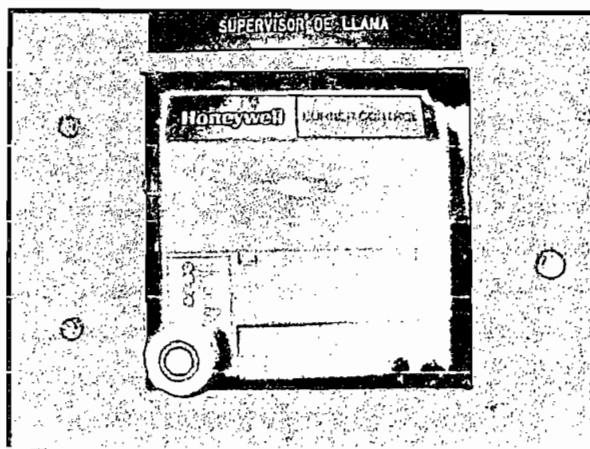


Figura 5.45 Supervisor de llamada incorporado en el nuevo sistema de control (Gordillo – Toro 2005).

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- En la elaboración de un tablero aglomerado, la humedad es uno de los parámetros más importantes a ser tomados en cuenta, por ser determinante en los tiempos de fabricación del tablero, así como en las características finales del mismo.
- El proceso de secado de viruta implementado en Novopan del Ecuador S.A., sometida a una entrada paso de combustible, tiene una respuesta de temperatura sobre amortiguada, con una constante de tiempo de alrededor de 100 seg.
- Un proceso térmico, como el abordado en este proyecto, puede ser tratado como un sistema de primer orden. De esta forma, una acción de control proporcional aplicada a un proceso térmico de lazo cerrado, produciría un desplazamiento (offset) entre la temperatura real y la deseada.
- Para la aplicación desarrollada en este proyecto, el error en estado estable puede ser pasado por alto, siempre que se tenga una humedad de salida menor del 2 %, lo que al final fue conseguido.
- Cuando se añadió una acción derivativa al control, se amortiguó la respuesta, y disminuyeron notablemente las oscilaciones debidas a una variación brusca de las condiciones normales de funcionamiento.
- El control PD hace a un sistema más estable, y además permite disminuir el error en estado estable, controlando la constante proporcional.
- Cuando se diseña un controlador para una aplicación real, por lo general no se tiene disponible la función de transferencia de la planta, y peor aún sus constantes; por lo que es necesario realizar pruebas experimentales a fin de conocer la forma en que se comportará el sistema frente a una acción de control.

- El sistema de control implementado, asegura que más del 95 % del material de salida de la secadora, tenga una humedad menor al 2 %, condición necesaria para obtener un tablero de calidad al final de la línea de producción.
- En base al conocimiento de la función de transferencia del sistema, y al comprobar el comportamiento de éste, podemos afirmar que el sistema tiene una respuesta lenta en comparación con otros sistemas de control; sin embargo, una variación de las condiciones normales de funcionamiento, sin la calibración adecuada del control, puede causar que la temperatura se eleve muy a prisa, o que baje al punto de no tener la temperatura suficiente como para garantizar una humedad de salida del material aceptable menor al 2 %.
- Con la temperatura de salida del secador, por debajo de la temperatura de combustión de la madera seca (232 ° C), es posible afirmar que la posibilidad de un incendio dentro de la cámara, es baja.
- Un volumen excesivo de gases de realimentación en la cámara de mezcla, durante el arranque del caldero, impide el establecimiento de la llama en el hogar por la falta de oxígeno, debido a la depresión existente en la cámara de combustión. En el caso contrario, si este volumen es deficiente, las llamas, a la salida del caldero, no se extinguirán por falta de oxígeno, y pueden llegar hasta la entrada de la secadora y hacer contacto con el material. En resumen, vigilar la depresión en la cámara de mezcla favorece el arranque rápido del caldero y previene incendios en la cámara de mezcla.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda habilitar el mando manual de la chapaleta de arranque, a fin de impedir una sobrecarga del ventilador de gases de recirculación en el arranque del sistema en frío.
- Se recomienda que a futuro se cambie el sistema de recirculación de combustibles, ya que permitirá tener un control total sobre el bombeo de bunker y diesel, mediante accionamientos automáticos.

- Se recomienda incorporar un sistema de control automático para el transporte del material seco desde la zaranda hasta los silos de almacenamiento, ya que actualmente se lo hace manualmente y con tecnología antigua.
- Se recomienda automatizar la aportación de material húmedo desde los silos de almacenamiento 2 y 3, y el enlace con el control actual del secador, ya que al ser dosificado por el operador, puede ocasionar que la mezcla del material proveniente de los dos silos de almacenamiento no sea la adecuada.
- Se recomienda que sean instalados sensores de velocidad, en todos los elementos rotativos del sistema, tal como el que existe actualmente en el eje de rastrillos.
- Recomendamos que la Escuela en convenio con el sector industrial, desarrolle nuevos proyectos de titulación enfocados a resolver problemas prácticos, con el fin de que la Politécnica este siempre relacionada con la realidad industrial de nuestro país y se realimente de este conocimiento, para un desarrollo académico mas acorde con las necesidades de nuestra sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MALONEY, Thomas. Modern Particleboard & dry-process fiberboard manufacturing. 1ra Edición. Millar freeman publication. San Francisco (USA). 1977.
- BYRAN, L.A.; BRYAN, E.A. Programable Controllers-Theory and implementation. 2da Edición. Industrial Text Company Publication. Atlanta (USA). 1977.
- BABCOCK_BSH-AKTIENGESELLSCHFT. Betriebsanleitung (Instrucciones de servicio). 1ra Edición. Fahrni Engineering AG. Zurich (Alemania). 1976.
- SIEMENS. Manual del sistema S7-200. Edición 2004. Beriech Automation and Drives. Nuremberg (Alemania). 2004.
- OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna. 3ra Edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. Mexico (Mexico). 1998.
- SEARS, Francis; ZEMANSKY, Mark. Física. 1ra Edición. Aguilar, S.A. de ediciones. Madrid (España). 1966.
- SPIEGEL, Murray, Estadística, 2da Edición, Mc Graw hill, México (Mexico), 1976.
- L. SMITH, Robert; L. HERMAN, Stephen. Electrical Wiring Industrial, Based on the 1999 National Electrical Code^R. Tenth Edition. Delmar Publisher. United States of America.1999.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Código Eléctrico Nacional CPE INEN 19 Acuerdo Ministerial No. 01245 de 2001-07-13. Primera Edición. Quito – Ecuador. 2001.
- TECHNICAL CORRELATING COMMITTEE. NEC NFPA 70 National Electrical Code. 1996 Edition 1996. United States of America. 1996.
- CABLEC. Catálogo de Cables Eléctricos.
- OTESA. Energía Automatización. Productos Eléctricos Industriales. Quito – Ecuador. 2001.

ANEXOS

1. Diagramas de los circuitos de fuerza y control.
2. Tablas de normas de instalaciones eléctricas industriales
3. Hojas de selección de aparatos de protección y maniobra.
4. Datos técnicos de la fuente de 24 V_{DC}.
5. Datos técnicos la HMI TP – 070.
6. Características de la CPU 226.
7. Características del Módulo Lógico Programable (LOGO)
8. Características de los módulos de ampliación para CPU 226.
9. Características del variador de velocidad y arrancador suave.
10. Datos técnicos de los Reguladores controladores de temperatura.
11. Datos técnicos del conversor de interfaces 3RS17.
12. Datos técnicos de los transmisores de temperatura.

ANEXO 1

ANEXO 2

Tabla: NEC 430-7 (b) Letras de códigos indicadores para rotor bloqueado.

| Clave NL Letra Clave NEMA | KVA de arranque por caballo de fuerza | Protección de circuito de derivación en porcentaje de corriente de motor a plena carga | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----|
| | | Arranque pleno a voltaje | | Arranque de Autotransformador | | | |
| | | Capacidad máxima de fusible | Ajuste ⁺ máxima del interruptor | Capacidad máxima de fusible | Ajuste máxima del interruptor | | |
| A | 0,00 - 3,14 | 150 | 150 | 150 | 150 | | |
| B | 3,15 - 3,54 | 250 | 200 | 200 | 200 | | |
| C | 3,55 - 3,99 | 250 | 200 | 200 | 200 | | |
| D | 4,00 - 4,49 | 250 | 200 | 200 | 200 | | |
| E | 4,50 - 4,99 | 250 | 200 | 200 | 200 | | |
| F | 5,00 - 5,59 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| G | 5,60 - 6,29 | 300 | 250 | 250 | 250 | | |
| H | 6,30 - 7,09 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| J | 7,10 - 7,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| K | 8,00 - 8,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| L | 9,00 - 9,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| M | 10,00 - 11,19 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| N | 11,20 - 12,49 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| P | 12,50 - 13,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| R | 14,00 - 15,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| S | 16,00 - 17,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| T | 18,00 - 19,99 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| U | 20,00 - 22,39 | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| V | 22,40 - | 300 | 250 | 250 | 200 | | |
| Motor rotor enbobinado * | | 150 | 150 | | | | |
| * No tiene letra clave. | | + Tipo límite de tiempo | | | | | |
| $\text{Arranque KVA por HP} = \frac{\text{Watts} \times \text{Amp. Rotor Cerrado}}{\text{HP}} \times F$ | | | | | | | |
| <p style="text-align: right;">F 1 paramonofásico 2 para bifásico 1.732 para trifásico.</p> | | | | | | | |
| Las letras clave aplicadas a la clasificación de motores que normalmente arrancan con voltaje pleno | | | | | | | |
| Letras Clave | | F | G | H | J | K | L |
| HP | Trifásico | 15 y más | 10 - 7 1/2 | 5 | 3 | 2 - 1 1/2 | 1 |
| | Monofásico | ----- | 5 | 3 | 2 - 1 1/2 | 1 - 3/4 | 1/2 |

Tabla A.2.1 Basado en la tabla NEC 439-75 que muestra las letras de código indicativas para rotor bloqueado. [Nacional Electrical Code 1996 - Pag. 70-419].

Table 430-152. Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Short-Circuit and Ground-Fault Protective Devices.

| Percentage of Full – Load Current. | | | | |
|--|---------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|
| Type of motor | Nontime Delay Fuse ¹ | Dual Element (Time-Delay Fuse ¹) | Instantaneous Trip Breaker | Inverse Time Breaker ² |
| Single-phase motor | 300 | 175 | 800 | 250 |
| AC polyphase motor other than wound-rotor Squirrel cage- | | | | |
| Other than Design E | 300 | 175 | 800 | 250 |
| Design E | 300 | 175 | 1100 | 250 |
| Synchronous ³ | 300 | 175 | 800 | 250 |
| Wound rotor | 150 | 150 | 800 | 150 |
| Direct current (constant voltaje) | 150 | 150 | 250 | 150 |

Note: For certain exceptions to the vallues specified, see Sections 430-52 through 430-54.

¹The values in the Nontime Delay Fuse column apply to Time-Delay Class CC fuses.

²The values given in the last column also cover the ratings of nonadjustable inverse time types of circuit breakers that may be modified as in Section 430-52.

³Synchronous motors of the low-torque, low-speed type (usually 450 rpm or lower), such as are used to drive reciprocating compressors, pumps, etc., that start unloaded, do not require a fuse rating or circuit-breaker setting in excess of 200 percent of full-load current.

Tabla A.2.2 Intensidad de régimen o de disparo máximo de los dispositivos protectores de derivaciones de motores, para motores marcados con la letra de código indicando los KVA con rotor bloqueado. [Nacional Electrical Code 1996 – Pag. 70-458].

Table 430-150. Full-Load Current Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

Motors built for low speeds (1200 rpm or less) or high torques may require more running current, and multispeed motors will have full-load current varying with speed. In these cases, the nameplate current rating shall be used.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

| Horsepower | Induction Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes) | | | | | | | Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes) | | | |
|------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--|--------------|--------------|---------------|
| | 115 Volts | 200 Volts | 208 Volts | 230 Volts | 460 Volts | 575 Volts | 2300 Volts | 230 Volts | 460 Volts | 575 Volts | 2300 Volts |
| 1/8 | 4.4 | 2.5 | 2.4 | 2.2 | 1.1 | 0.9 | — | — | — | — | — |
| 1/4 | 6.4 | 3.7 | 3.5 | 3.2 | 1.5 | 1.3 | — | — | — | — | — |
| 1/2 | 8.4 | 4.8 | 4.6 | 4.2 | 2.1 | 1.7 | — | — | — | — | — |
| 3/4 | 12.0 | 6.9 | 6.6 | 6.0 | 3.0 | 2.4 | — | — | — | — | — |
| 1 | 13.6 | 7.8 | 7.5 | 6.8 | 3.4 | 2.7 | — | — | — | — | — |
| 1 1/2 | — | 11.0 | 10.6 | 9.6 | 4.8 | 3.9 | — | — | — | — | — |
| 2 | — | 17.5 | 16.7 | 15.2 | 7.6 | 6.1 | — | — | — | — | — |
| 3 | — | 25.3 | 24.2 | 22 | 11 | 9 | — | — | — | — | — |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7 1/2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10 | — | 32.2 | 30.8 | 28 | 14 | 11 | — | — | — | — | — |
| 15 | — | 48.3 | 46.2 | 42 | 21 | 17 | — | — | — | — | — |
| 20 | — | 62.1 | 59.4 | 54 | 27 | 22 | — | — | — | — | — |
| 25 | — | 78.2 | 74.8 | 68 | 34 | 27 | — | 53 | 26 | 21 | — |
| 30 | — | 92 | 88 | 80 | 40 | 32 | — | 63 | 32 | 26 | — |
| 40 | — | 120 | 114 | 104 | 52 | 41 | — | 83 | 41 | 33 | — |
| 50 | — | 150 | 143 | 130 | 65 | 52 | — | 104 | 52 | 42 | — |
| 60 | — | 177 | 169 | 154 | 77 | 62 | 16 | 123 | 61 | 49 | 12 |
| 75 | — | 221 | 211 | 192 | 96 | 77 | 20 | 155 | 74 | 62 | 15 |
| 100 | — | 285 | 273 | 248 | 124 | 99 | 26 | 202 | 101 | 81 | 20 |
| 125 | — | 359 | 343 | 312 | 156 | 125 | 31 | 253 | 126 | 101 | 25 |
| 150 | — | 414 | 396 | 360 | 180 | 144 | 37 | 302 | 151 | 121 | 30 |
| 200 | — | 552 | 528 | 480 | 240 | 192 | 49 | 400 | 201 | 161 | 40 |
| 250 | — | — | — | — | 302 | 242 | 60 | — | — | — | — |
| 300 | — | — | — | — | 361 | 289 | 72 | — | — | — | — |
| 350 | — | — | — | — | 414 | 336 | 83 | — | — | — | — |
| 400 | — | — | — | — | 477 | 382 | 95 | — | — | — | — |
| 450 | — | — | — | — | 515 | 412 | 103 | — | — | — | — |
| 500 | — | — | — | — | 590 | 472 | 118 | — | — | — | — |

*For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

Reprinted with permission from NFPA 70-1999.

Fig. 9-4 Table 430-150

Tabla A.2.3 Intensidad de régimen o de disparo máximo de los dispositivos protectores de derivaciones de motores, para motores marcados con la letra de código indicando los KVA con rotor bloqueado. [Nacional Electrical Code 1996 – Pág. 70-458].

CABLES DE COBRE, TIPO TF Y TW – 600V – 60°C.

| Calibre AGW o MCM | CONDUCTOR | | | Espesor de Aisl. mm | Diámetro Exterior Aprox. mm | Peso total Aprox. Kg/Km | CAPACIDAD | | Tipo |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|
| | Sección Aprox. mm ² | Diámetro Aprox. mm | Peso Aprox. Kg/km | | | | * | ** | |
| | | | | | | | Amp. | Amp. | |
| 18 Sol. | 0,8 | 1,02 | 7,32 | 0,76 | 2,54 | 13,7 | 6 | | TF |
| 16 " | 1,3 | 1,29 | 11,62 | 0,76 | 2,81 | 19 | 8 | | TF |
| 14 " | 2,1 | 1,63 | 18,55 | 0,76 | 3,15 | 27,1 | 15 | 20 | TW |
| 12 " | 3,3 | 2,05 | 29,34 | 0,76 | 3,57 | 39,3 | 20 | 25 | TW |
| 10 " | 5,3 | 2,59 | 46,84 | 0,76 | 4,11 | 58,7 | 30 | 40 | TW |
| 8 | 8,4 | 3,26 | 74,2 | 1,14 | 5,54 | 97,5 | 40 | 60 | TW |
| 6 | 13,3 | 4,11 | 118,2 | 1,52 | 7,15 | 158,1 | 55 | 80 | TW |
| 8 7 h | 8,4 | 3,69 | 75,85 | 1,14 | 5,97 | 104,4 | 40 | 60 | TW |
| 6 | 13,3 | 4,65 | 120,6 | 1,52 | 6,69 | 169,5 | 55 | 80 | TW |
| 4 | 21,1 | 5,88 | 190,58 | 1,52 | 8,92 | 250,2 | 70 | 105 | TW |
| 2 | 33,6 | 7,41 | 302,66 | 1,52 | 10,45 | 377,5 | 95 | 140 | TW |
| 1/0 | 53,5 | 9,36 | 485,01 | 2,03 | 13,42 | 603 | 125 | 195 | TW |
| 2/0 | 67,4 | 10,5 | 611,4 | 2,03 | 14,56 | 744 | 145 | 225 | TW |
| 3/0 | 85 | 11,79 | 771 | 2,03 | 15,85 | 900,9 | 165 | 260 | TW |
| 4/0 | 107,2 | 13,26 | 972,3 | 2,03 | 17,32 | 1143 | 195 | 300 | TW |
| 1/0 19 h | 53,5 | 9,45 | 484,9 | 2,03 | 13,51 | 598,5 | 125 | 195 | TW |
| 2/0 | 67,4 | 10,6 | 611,4 | 2,03 | 14,66 | 739 | 145 | 225 | TW |
| 3/0 | 85 | 11,95 | 771 | 2,03 | 16,01 | 918 | 165 | 260 | |
| 4/0 | 107,2 | 13,4 | 972,3 | 2,03 | 17,46 | 1135,7 | 195 | 300 | TW |
| 250 37 h | 126,6 | 14,62 | 1157,9 | 2,41 | 19,44 | 1362,3 | 215 | 340 | TW |
| 300 | 152 | 16 | 1389,5 | 2,41 | 20,82 | 1613,3 | 240 | 375 | TW |
| 350 | 177,4 | 17,3 | 1622 | 2,41 | 22,12 | 1864,4 | 260 | 420 | TW |
| 400 | 207,7 | 18,49 | 1853 | 2,41 | 23,31 | 2112,8 | 280 | 455 | TW |
| 500 | 263,4 | 20,65 | 2316 | 2,41 | 25,47 | 2608 | 320 | 515 | TW |
| 600 | 304 | 22,63 | 2780 | 2,79 | 28,21 | 3148,1 | 355 | 575 | TW |
| 600 61 h | 304 | 22,68 | 2780 | 2,79 | 28,26 | 3148,1 | 355 | 575 | TW |
| 700 | 354,7 | 24,48 | 3242 | 2,79 | 30,06 | 3641 | 385 | 630 | TW |
| 750 | 380 | 25,35 | 3474 | 2,79 | 30,93 | 3888 | 400 | 650 | TW |
| 800 | 405,4 | 26,17 | 3705 | 2,79 | 31,75 | 4134 | 410 | 680 | TW |
| 1000 | 596,7 | 29,26 | 4632 | 2,79 | 34,84 | 5117 | 455 | 730 | TW |

* Capacidad de conducción para no más de tres conductores en conduit, bandeja, cableo directamente enterrado a temperatura ambiente 30 ° C (86°F).

** Capacidad de conducción para un conductor en aire a temperatura ambiente de 30 ° C (86°F).

Colores: Quito: negro, blanco, rojo, amarillo, azul, verde.
Ambato: negro

Tabla A.2.4 Cable de cobre, tipos TF y TW – 600 v – 60 ° C.

[Cablec – Revisión: l.m.l.g. Abril 1999].

CABLES DE COBRE, TIPO THW – 600V – 75°C.

| Calibre AGW o MCM | CONDUCTOR | | | Espesor de Aisl. mm | Diámetro Exterior Aprox. mm | Peso total Aprox. Kg/Km | CAPACIDAD | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|
| | Sección Aprox. mm ² | Diámetro Aprox. mm | Peso Aprox. Kg/km | | | | * | ** |
| | | | | | | | Amp. | Amp. |
| 14 Sol | 2.08 | 1.63 | 18.55 | 1.14 | 3.91 | 32.44 | 15 | 20 |
| 12 " | 3.31 | 2.05 | 29.34 | 1.14 | 4.33 | 45.34 | 29 | 25 |
| 10 " | 5.26 | 2.59 | 46.84 | 1.14 | 4.87 | 65.54 | 30 | 40 |
| 8 " | 8.37 | 3.26 | 74.2 | 1.52 | 6.3 | 106.16 | 50 | 70 |
| 8 7 h | 8.37 | 3.69 | 75.05 | 1.52 | 6.73 | 112.68 | 50 | 70 |
| 6 " | 13.3 | 4.65 | 120.6 | 1.52 | 7.69 | 166.29 | 65 | 95 |
| 4 " | 21.15 | 5.88 | 190.58 | 1.52 | 8.92 | 247.17 | 85 | 125 |
| 2 " | 33.62 | 7.41 | 302.66 | 1.52 | 10.45 | 373.67 | 115 | 170 |
| 1/0 19 h | 53.51 | 9.45 | 484.9 | 2.03 | 13.51 | 600.17 | 150 | 230 |
| 2/0 " | 67.44 | 10.63 | 611.4 | 2.03 | 14.69 | 740.59 | 175 | 265 |
| 3/0 " | 85.02 | 11.95 | 771 | 2.03 | 16.01 | 916.23 | 200 | 310 |
| 4/0 " | 107.22 | 13.4 | 972.3 | 2.03 | 17.46 | 1135.72 | 230 | 360 |
| 250 37h | 126.68 | 14.63 | 1157.9 | 2.41 | 19.45 | 1362.61 | 255 | 405 |
| 300 " | 152.01 | 16.03 | 1389.5 | 2.41 | 20.85 | 1613.88 | 285 | 445 |
| 350 " | 177.35 | 17.29 | 1622 | 2.41 | 22.11 | 1864.45 | 310 | 505 |
| 400 " | 202.68 | 18.48 | 1853 | 2.41 | 23.3 | 2112.85 | 335 | 545 |
| 500 " | 253.35 | 20.65 | 2316 | 2.41 | 25.47 | 2608.39 | 380 | 620 |
| 600 61 h | 304.02 | 22.68 | 2780 | 2.79 | 28.26 | 3148.11 | 420 | 690 |
| 700 " | 354.69 | 24.48 | 3242 | 2.79 | 30.06 | 3641.26 | 460 | 755 |
| 750 " | 380.03 | 25.38 | 3474 | 2.79 | 30.96 | 3889.25 | 475 | 785 |
| 800 " | 405.36 | 26.19 | 3705 | 2.79 | 31.77 | 4134.69 | 490 | 815 |
| 1000 " | 506.7 | 29.25 | 4632 | 2.79 | 34.83 | 5117.54 | 520 | 870 |

* Capacidad de conducción para no más de tres conductores en conduit, bandeja, cableo directamente enterrado a temperatura ambiente 30 °C (86°F).

** Capacidad de conducción para un conductor en aire a temperatura ambiente de 30 °C (86°F).

Colores: Blanco, negro, rojo, amarillo, azul, verde.
Para calibres 8 AWG – 1000 MCM solo negro.

Tabla A.2.5 Cable de cobre, tipos THW – 600 v – 75 ° C.

[Cablec – Revisión: I.m.l.g. Abril 1999].

NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBERÍA CONDUIT.

| NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBERÍA CONDUIT | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|------------|
| TIPOS RF - 2, RFH - 2, R, RH, RW, RH - RW, RHH, RU, RUH, RUW, SF Y SFF TIPOS TF, T, TW Y THW | | | | | | | | | | | | |
| Tamaño AGW MCM | Número máximo de conductores en tubería conduit | | | | | | | | | | | |
| | ½ Pulg. | ¾ Pulg. | 1 Pulg. | 1 ¼ Pulg. | 1 ½ Pulg. | 2 Pulg. | 2 ½ Pulg. | 3 Pulg. | 3 ½ Pulg. | 4 Pulg. | 5 Pulg. | 6 Pulg. |
| 18 | 7 | 12 | 20 | 35 | 49 | 80 | 115 | 176 | | | | |
| 16 | 6 | 10 | 17 | 30 | 41 | 68 | 98 | 150 | | | | |
| 14 | 4 | 6 | 10 | 18 | 25 | 41 | 58 | 90 | 121 | 155 | | |
| 12 | 3 | 5 | 8 | 15 | 24 | 34 | 50 | 76 | 101 | 132 | 208 | |
| 10 | 1 | 4 | 7 | 13 | 17 | 29 | 41 | 64 | 86 | 110 | 173 | |
| 8 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 17 | 25 | 38 | 52 | 67 | 105 | 152 |
| 6 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 10 | 15 | 23 | 32 | 41 | 64 | 93 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 3* | 5 | 8 | 12 | 18 | 24 | 31 | 49 | 72 |
| 3 | | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 16 | 21 | 28 | 44 | 63 |
| 2 | | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 9 | 14 | 19 | 24 | 38 | 55 |
| 1 | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 14 | 18 | 29 | 42 |
| 0 | | | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 | 25 | 37 |
| 00 | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | 22 | 32 |
| 000 | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 | 19 | 27 |
| 0000 | | | | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 10 | 16 | 23 |
| 250 | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 | 13 | 19 |
| 300 | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 | 11 | 16 |
| 350 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 10 | 15 |
| 400 | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 13 |
| 500 | | | | | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 8 | 11 |
| 600 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 |
| 700 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 8 |
| 750 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 8 |
| 800 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 7 |
| 900 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| 1000 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| 1250 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 1500 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| 1750 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 2000 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |

* Cuando existe un tramo de tubería que no exceda 50 pies en longitud y contenga no más de dos curvas de 90° o su equivalente, dos conductores aislados.

Nº 4 AWG y un desnudo Nº 4 pueden ser instalados en tubo de 1" de diámetro.

Tabla A.2.6 Número máximo de conductores en tubería conduit.

[Cablec].

ANEXO 3

BREAKERS Y GUARDAMOTORES SIEMENS

OTESA

| Margen de ajuste de los Disparadores de sobrecarga térmicos | Disparadoras de sobrecarga sin retardo | Capacidad de Ruptura Icu Según IEC en: | | | | Código | Tipo |
|---|--|--|-------|-------|-------|--------|--------------------|
| | | 220V. | 440V. | 500V. | 600V. | | |
| GUARDAMOTORES | | | | | | | |
| 6,3 - 10A. | 0,12 KA | 100KA | 100KA | 100KA | 100KA | 21030 | 3VF1231-1DB11-0AA0 |
| 10 - 16A. | 0,19 KA | 100KA | 100KA | 100KA | 22KA | 21010 | 3VF1231-1DC11-0AA0 |
| 16 - 25A. | 0,30 KA | 100KA | 42KA | 30KA | 18KA | 21020 | 3VF1231-1DD11-0AA0 |
| 22 - 32A. | 0,38 KA | 100KA | 30KA | 22KA | 15KA | 21030 | 3VF1231-1DE11-0AA0 |
| 28 - 40A. | 0,48 KA | 100KA | 26KA | 18KA | 12KA | 21040 | 3VF1231-1DG11-0AA0 |
| 35 - 50A. | 0,60 KA | 100KA | 22KA | 15KA | 10KA | 21050 | 3VF1231-1DH11-0AA0 |
| 45 - 63A. | 0,76 KA | 100KA | 18KA | 10KA | 7,5KA | 21080 | 3VF1231-1OK11-0AA0 |
| 40 - 80A. | 15 x Ir | 85KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21071 | 3VF3111-5EN71-0AA0 |
| 80 - 100A. | 15 x Ir | 85KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21081 | 3VF3111-5EQ71-0AA0 |
| 100 - 160A. | 15 x Ir | 85KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21093 | 3VF3211-5ES71-0AA0 |
| 160 - 205A. | 13 x Ir | 85KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21109 | 3VF3311-5FU71-0AA0 |
| 160 - 315A. | 15 x Ir | 85KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21119 | 3VF5111-5FL71-0AA0 |
| 250 - 500A. | 15 x Ir | 85KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21135 | 3VF6111-5FL74-0AA0 |
| BREAKERS : Carga permitida 100% (*) | | | | | | | |
| 63 - 80A. | 0,4 - 0,8 KA | 65KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21072 | 3VF3111-1BO41-0AA0 |
| 80 - 100A. | 0,5 - 1 KA | 65KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21082 | 3VF3111-1BS41-0AA0 |
| 100 - 125A. | 0,625 - 1,25KA | 65KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21092 | 3VF3211-1BU41-0AA0 |
| 125 - 160A. | 0,8 - 1,6 KA | 65KA | 25KA | 18KA | 12KA | 21102 | 3VF3211-1BW41-0AA0 |
| 160 - 200A. | 1 - 2 KA | 65KA | 25KA | 20KA | 14KA | 21112 | 3VF4211-1BK41-0AA0 |
| 200 - 250A. | 1,25 - 2,5 KA | 65KA | 25KA | 20KA | 14KA | 21122 | 3VF4211-1BM41-0AA0 |
| 250 - 315A. | 1,575 - 3,15KA | 65KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21132 | 3VF5211-1BK41-0AA0 |
| 315 - 400A. | 2 - 4 KA | 65KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21142 | 3VF5211-1BM41-0AA0 |
| 400 - 500A. | 2,5 - 5 KA | 65KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21152 | 3VF6211-1BK44-0AA0 |
| 500 - 630A. | 3,15 - 6,3 KA | 65KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21162 | 3VF6211-1BM44-0AA0 |
| 400/500/630/800A. | 2 hasta 8 veces Ir | 85KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21170 | 3VF7111-1BK60-0AA0 |
| 630/800/1000/1250A. | 2 hasta 8 veces Ir | 85KA | 35KA | 30KA | 20KA | 21180 | 3VF7211-1BM60-0AA0 |
| 800/1000/1250/1500A. | 2 hasta 8 veces Ir | 135KA | 50KA | 42KA | 25KA | 21190 | 3VF8211-2BM60-0AA0 |
| 1000/1250/1500/2000A. | 2 hasta 8 veces Ir | 135KA | 50KA | 42KA | 25KA | 21195 | 3VF8311-2BM60-0AA0 |
| 1600/1800/2000/2500A. | 2 hasta 8 veces Ir | 135KA | 50KA | 42KA | 25KA | 21197 | 3VF8411-2BM61-0AA0 |

(*) Ver especificaciones técnicas en el catálogo.

Los precios son netos más IVA vigente al momento de facturar. Sin error u omisión. Los precios están sujetos a cambio sin previo aviso.

Switching Devices: Contactors and Contactor Assemblies

Introduction

Overview



| | | | |
|------|---------|---------|---------|
| Size | 500 | 50 | S2 |
| Type | 3RT10 1 | 3RT10 2 | 3RT10 3 |

3RT10 contactors • 3RT12 and 3RT8/69 vacuum contactors

| Type | 3RT10 15 | 3RT10 16 | 3RT10 17 | 3RT10 23 | 3RT10 24 | 3RT10 25 | 3RT10 26 | 3RT10 34 | 3RT10 35 | 3RT10 36 | |
|----------------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|----------|------|
| AC/DC operation | (p. 2/52, 2/56) | | | (p. 2/53, 2/57) | | | (p. 2/54, 2/58) | | | | |
| Type | - | | | - | | | - | | | | |
| AC-3 | | | | | | | | | | | |
| $I_n/AC-3/100 V$ | A | 7 | 9 | 12 | 9 | 12 | 17 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 400 V | kW | 3 | 4 | 5.5 | 4 | 5.5 | 7.5 | 11 | 15 | 18.5 | 22 |
| 230 V | kW | 2.2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5.5 | 7.5 | 11 | 15 |
| 500 V | kW | 3.5 | 4.5 | 5.5 | 4.5 | 7.5 | 10 | 11 | 18.5 | 22 | 30 |
| 690 V | kW | 4 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 7.5 | 11 | 11 | 18.5 | 22 | 22 |
| 1000 V | kW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 400 V | kW | 3 | 4 | 4 | 4 | 5.5 | 7.5 | 7.5 | 15 | 18.5 | 22 |
| 100 V | kW | 1.15 | 2 | 2 | 2 | 2.8 | 3.5 | 4.4 | 8.2 | 9.5 | 12.6 |
| (200 000 operating cycles) | | | | | | | | | | | |
| AC-1 (40 A @ 690 V) | | | | | | | | | | | |
| I_n | A | 18 | 22 | 22 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 60 | 60 |

3RT14 AC-1 contactors

| | | | |
|--------------------------|---|---|---|
| Type | - | - | - |
| $I_n/AC-1/40 °C/≤ 690 V$ | A | - | - |

Accessories for contactors

| | | | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|------------|----------|------------|---------------|------------|
| Auxiliary switch blocks | front | 3RH19 11 | (p. 2/150) | 3RH19 21 | (p. 2/180) | | |
| | lateral | - | - | 3RH19 21 | (p. 2/182) | | |
| Terminal covers | - | - | - | - | - | 3RT19 36-4EA2 | (p. 2/52) |
| Box terminal blocks | - | - | - | - | - | - | - |
| Surge suppressor | - | 3RT19 16 | (p. 2/186) | 3RT19 26 | (p. 2/186) | 3RT19 26/36 | (p. 2/186) |

3RU11 and 3RB10/12 thermal relays (protection devices: overload relays)

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|--------------|-------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| 3RU11, thermal, CLASS 10 | 3RU11 16 | 0.1 – 12 A | (Sect. 5) | 3RU11 26 | 1.8 – 25 A | (Sect. 5) | 3RU11 36 | 5.5 – 50 A | (Sect. 5) |
| 3RB10, solid-state, CLASS 10/20 | 3RB10 16 | 0.1 – 12 A | (Sect. 5) | 3RB10 26 | 3 – 25 A | (Sect. 5) | 3RB10 36 | 6 – 50 A | (Sect. 5) |
| 3RB12, solid-state, CLASS 5 – 30 | 3RB12 46 | 0.25 – 100 A | (Section 5) | | | | | | |

3RV10 circuit breakers (protection devices: circuit breakers)

| | | | | | | | | | |
|--------------|----------|-------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Type | 3RV10 11 | 0.18 – 12 A | (Sect. 4) | 3RV10 21 | 9 – 25 A | (Sect. 4) | 3RV10 31 | 22 – 50 A | (Sect. 4) |
| Link modules | 3RA19 11 | | (Sect. 4) | 3RA19 21 | | (Sect. 4) | 3RA19 31 | | (Sect. 4) |

3RA13 reversing contactor assemblies

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------|----------|----------|----------------|----------|----------|-------------|----------|----------|
| Complete units | Type | 3RA13 15 | 3RA13 16 | 3RA13 17 | 3RA13 24 | 3RA13 25 | 3RA13 26 | 3RA13 34 | 3RA13 35 | 3RA13 36 |
| | | (p. 2/96) | | | (p. 2/97) | | | (p. 2/98) | | |
| 400 V | kW | 3 | 4 | 5.5 | 5.5 | 7.5 | 11 | 15 | 18.5 | 22 |
| Installation kits/wiring connectors | | 3RA19 13-2A | | | 3RA19 23-2A | | | 3RA19 33-2A | | |
| | | (p. 2/101) | | | (p. 2/101) | | | (p. 2/101) | | |
| Mechanical interlocks | | 3RA19 12-2H | | | 3RA19 24-1A/2B | | | | | |
| | | (p. 2/102) | | | (p. 2/100) | | | | | |

3RA14 contactor assemblies for star-delta starting

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------|----------|-------------|----------|-----------------------|----------|----------|
| Complete units | Type | 3RA14 15 | 3RA14 16 | 3RA14 23 | 3RA14 25 | 3RA14 34 | 3RA14 35 | 3RA14 36 |
| | | (p. 2/108) | | (p. 2/109) | | (p. 2/110) (p. 2/111) | | |
| 400 V | kW | 5.5 | 7.5 | 11 | 15 | 18.5 | 22 | 30 |
| Installation kits/wiring connectors | | 3RA19 13-2B | | 3RA19 23-2B | | 3RA19 33-2B/2C | | |
| | | (p. 2/113) | | (p. 2/113) | | (p. 2/113) | | |

SIRIUS Overload Relays

SIRIUS Solid-State Overload Relays







Up to 630 A, CLASS 10 and CLASS 20, non-adjustable

Selection and ordering data

3RB10 solid-state overload relays with screw connection for direct mounting¹⁾, CLASS 20

Features and technical specifications

- Internal power supply
- Auxiliary contacts: 1 NO + 1 NC
- Manual/automatic RESET
- Switch position indication
- TEST function
- STOP button
- Phase failure/phase failure sensitivity
- Trip class CLASS 20

| For 3RT1 contactor and soft starters 3RW30 and 3RW31 | Suitable for three-phase motors with P ²⁾ | Setting range | Fuse (L ³⁾) | DT | For direct mounting ¹⁾ | PS ⁴⁾ | Weight per PU |
|---|--|---------------|-------------------------|-----|-----------------------------------|------------------|---------------|
| Size ⁵⁾ | kW | A | A | | | | kg |
| Size S00 | | | | | | | |
|  | S00 | 0,04 ... 0,09 | 0,1 ... 0,4 | 2 | Y | 3RB10 16-2RB0 | 1 unit 0,231 |
| | | 0,12 ... 0,55 | 0,4 ... 1,6 | 6 | Y | 3RB10 16-2NB0 | 1 unit 0,231 |
| | | 0,55 ... 2,2 | 1,5 ... 6 | 20 | Y | 3RB10 16-2PB0 | 1 unit 0,239 |
| | | 1,1 ... 5,5 | 3 ... 12 | 35 | Y | 3RB10 16-2SB0 | 1 unit 0,236 |
| 3RB10 16...B0 | | | | | | | |
| Size S0 | | | | | | | |
|  | S0 | 1,1 ... 5,5 | 3 ... 12 | 35 | Y | 3RB10 26-2SB0 | 1 unit 0,260 |
| | | 3 ... 11 | 6 ... 25 | 63 | Y | 3RB10 26-2QB0 | 1 unit 0,253 |
| 3RB10 26...B0 | | | | | | | |
| Size S2 | | | | | | | |
|  | S2 | 3 ... 11 | 6 ... 25 | 63 | Y | 3RB10 36-2QB0 | 1 unit 0,426 |
| | | 7,5 ... 22 | 13 ... 50 | 100 | Y | 3RB10 36-2UB0 | 1 unit 0,422 |
| 3RB10 36...B0 | | | | | | | |
| Size S3 | | | | | | | |
|  | S3 | 7,5 ... 22 | 13 ... 50 | 125 | Y | 3RB10 46-2UB0 | 1 unit 0,700 |
| | | 11 ... 45 | 25 ... 100 | 200 | Y | 3RB10 46-2EB0 | 1 unit 0,698 |
| 3RB10 46...B0 | | | | | | | |
| Size S6 | | | | | | | |
|  | S6 with box terminal | 22 ... 90 | 50 ... 200 | 355 | Y | 3RB10 56-2FW0 | 1 unit 0,615 |
| | S6 | 22 ... 90 | 50 ... 200 | 355 | Y | 3RB10 56-2FG0 | 1 unit 0,953 |
| 3RB10 56...PW0 | | | | | | | |
| Size S10/S12 | | | | | | | |
|  | S10 and S12 | 22 ... 110 | 55 ... 250 | 500 | Y | 3RB10 66-2GG0 | 1 unit 1,570 |
| | S10 and S12 | 90 ... 250 | 200 ... 540 | 600 | Y | 3RB10 66-2KG0 | 1 unit 1,740 |
| | Size 14 (3TF68 and 3TF66) | 160 ... 450 | 300 ... 630 | 800 | Y | 3RB10 66-2LG0 | 1 unit 1,740 |
| 3RB10 66...B0 | | | | | | | |

1) With the suitable terminal brackets (see Accessories), the 3RB10 overload relays with size S00 to S3 for direct mounting can also be installed as stand-alone units.

The 3RB10 overload relays with sizes S6 and S10/S12 can be installed as single units without additional terminal brackets. For 3TF68/3TF69 contactors, direct mounting is not possible.

2) Standard values for 4-pole standard motors at AC 50 Hz 400 V. The actual starting and rated data of the motor to be protected must be considered when selecting the units.

3) Maximum fuse for overload relay, type of coordination 2. For fuse values for mounting onto contactor see Technical specifications, short-circuit protection with fuses for motor feeders.

4) Observe maximum rated operating current of the units.

5) 3RB10 56-2FW0 with straight-through transformer, 3RB10 56-2FG0 with rail and pieces.

INTERRUPTORES FUSIBLE NH PARA ACCIONAMIENTO CON CARGA SERIE 3NP - SIEMENS

OTESA

Para accionamiento tripolar en conjunto con fusibles NH serie 3NA1, se puede usar hasta en redes eléctricas con corriente de cortocircuito mayores de 100KA (Valor efectivo).

PROTECCION: IP-40



REPUESTOS:

- Manija
- Manija
- Manija p/3NP53 400A
- Manija p/3NP54 630A

| Intensidad Nominal | P. Fusibles NH Tamaño | Código | Tipo |
|--------------------|-----------------------|--------|----------------|
| 100 A. | 00(*) | 32000 | 3NP4 010-0CH01 |
| 160 A. | 00 | 32010 | 3NP4 070-0CA01 |
| 250 A. | 0 y 1 | 32020 | 3NP4 200-0CA00 |
| 400 A. | 1 y 2 | 32030 | 3NP4 370-0CA01 |
| 630 A. | 2 y 3 | 32040 | 3NP4 470-0CA01 |



(*) Fusibles NH00 con ancho máximo de 21 mm y 100 A.

- 3NY1 070-B
- 3NY1 071-B
- 3NY1 372-A
- 3NY1 373-A

NOTA:

Una mayor resistencia lo cual puede causar un calentamiento en los contactos y en el peor de los casos, la destrucción del aislante. Los fusibles de calidad tienen la superficie de las cuchillas cubierta con aleación de plata.

FUSIBLES NH " SIEMENS "

Bases de 1p para Fusibles NH



Cartuchos Fusibles NH
500V. Lentos



| Amp. | Tamaño | Código | Tipo |
|--------|--------|--------|------------|
| 180A | .00 | 32200 | 3NH3 030 |
| 250A | .0-1 | 32220 | 3NH3 230 |
| 400A | 1-2 | 32230 | 3NH3 330 |
| 630A | 2-3 | 32240 | 3NH3 430 |
| 6A. | .00 | 32280 | 3NA3 091 |
| 10A. | .00 | 32290 | 3NA3 803 |
| 16A. | .00 | 32300 | 3NA3 805 |
| 20A. | .00 | 32310 | 3NA3 807 |
| 25A. | .00 | 32320 | 3NA3 810 |
| 32A. | .00 | 32330 | 3NA3 812 |
| 40A. | .00 | 32340 | 3NA3 817 |
| 50A. | .00 | 32350 | 3NA3 820 |
| 63A. | .00 | 32360 | 3NA3 822 |
| 80A. | .00 | 32370 | 3NA3 824 |
| 100A. | .00 | 32380 | 3NA3 830 |
| 125A. | .00 | 32390 | 3NA3 832 |
| 160A. | .00 | 32400 | 3NA3 836 |
| 50A. | 1 | 32460 | 3NA1 217-B |
| 180A. | 1 | 32500 | 3NA1 724-B |
| 200A. | 1 | 32510 | 3NA1 225-B |
| 224A. | 1 | 32515 | 3NA3 142 |
| 250A. | 1 | 32520 | 3NA3 144 |
| 315A. | 2 | 32540 | 3NA3 252 |
| 355A. | 2 | 32550 | 3NA3 254 |
| 400A. | 2 | 32560 | 3NA3 260 |
| 500A. | 3 | 32580 | 3NA3 355 |
| 630A. | 3 | 32590 | 3NA3 372 |
| 800A. | 4 | 32610 | 3NA3 545-B |
| 1000A. | 4 | 32620 | 3NA3 480 |
| 1250A. | 4 | 32630 | 3NA3 682 |

ANEXO 4

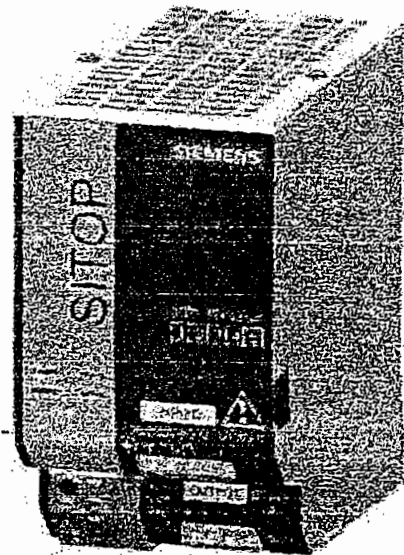
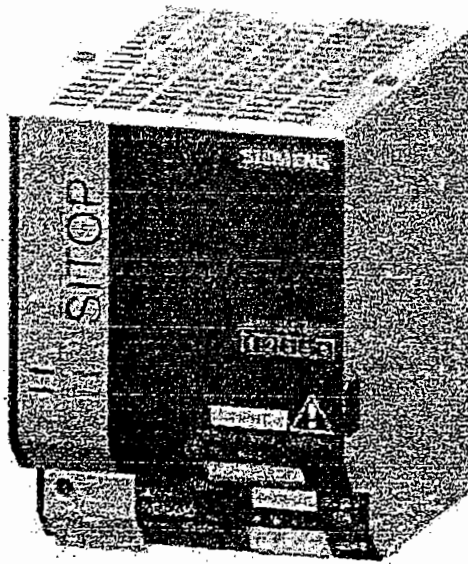
SIEMENS

SITOP modular 5A 1/2phasig
SITOP modular 10A 1/2phasig

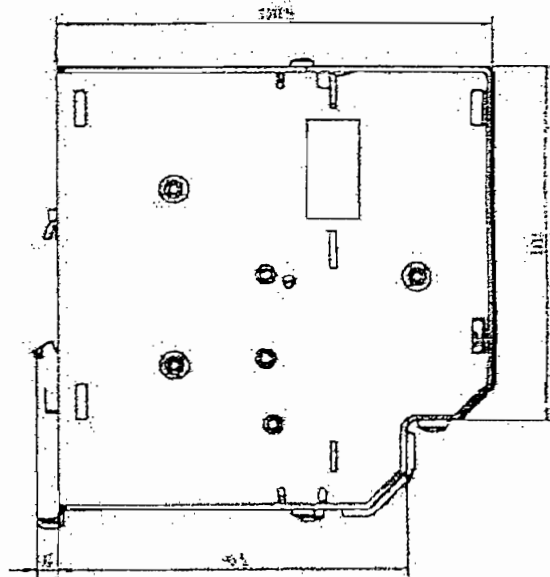
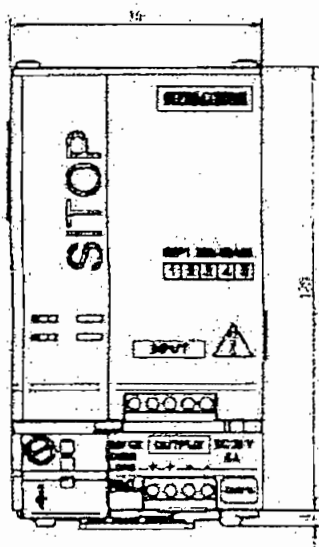
6EP1 333-3BA00
6EP1 334-3BA00

Betriebsanleitung
Operating Instructions
Instructions
Istruzioni di servizio
Instrucciones

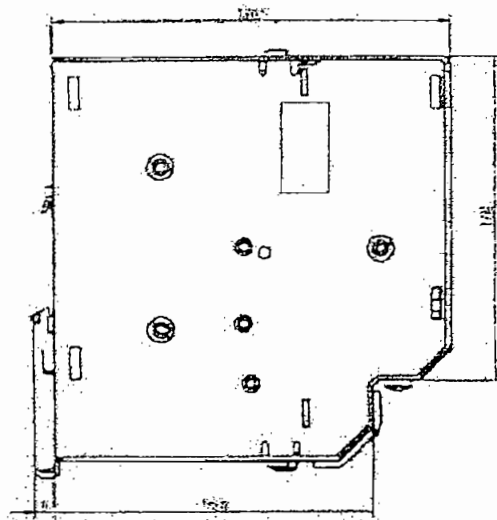
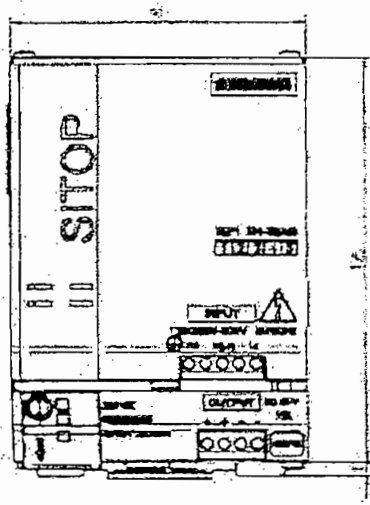
Best. Nr.: C98130:A7548-A1-04-6419



SITOP modular 5A 1/2phasig



SITOP modular 10A 1/2phasig

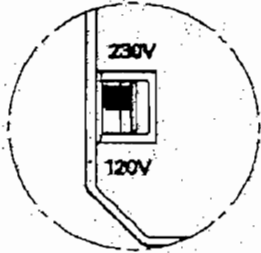


Schalter A,B
Switch A,B



| | ON | OFF |
|---|--|---|
| | | Auslieferungszustand As delivered Règlage à la livraison Al momento della fornitura Ajuste de fábrica |
| A | Parallelbetrieb Parallel operation Fonctionnement en parallèle Funcionamiento en paralelo | Einzelbetrieb Single operation Fonctionnement isolé Funcionamiento singular Funcionamiento autónomo |
| B | Stromlos Abschaltung Shut down Fermeture Arresto Desconexión, puesta a tierra | Konstantstrom Constant current Courant constant Corrente costante Corriente constante |

Schalter 120V/230V
Switch 120V/230V



Auslieferungszustand: 230V
As delivered 230V
Règlage à la livraison: 230V
Al momento della fornitura 230V
Ajuste de fábrica 230V

Hinweis

Diese Betriebsanleitung enthält aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Detailinformationen zu allen Typen des Produkts und kann auch nicht in jedem denkbaren Fall der Aufstellung, des Betriebes oder der Instandhaltung berücksichtigen. Weiterführende Hinweise erhalten Sie über die örtliche Siemens-Niederlassung bzw. über die Homepage <http://www.siemens.de/stop>. Technische Änderungen jederzeit vorbehalten. In Zweifelsfällen gilt der deutsche Text.

Note

These instructions cannot claim to cover all details of possible equipment variations, nor in particular can they provide for every possible example of installation, operation or maintenance. Further information is obtainable from your local Siemens office or visit our homepage <http://www.siemens.de/stop>. Subject to change without prior notice. The German text applies in cases of doubt.

Note

Pour des raisons de clarté, cette notice ne contient pas toutes les informations de détail relatives à tous les types de produit et ne peut pas non plus tenir compte de tous les cas d'installation, d'exploitation et de maintenance imaginables. Pour de plus amples informations, veuillez-vous adresser à votre agence Siemens ou consultez notre site <http://www.siemens.de/stop>. Sous réserve de modifications techniques. En cas de divergences, le texte allemand fait foi.

Nota

Al fine della chiarezza le presenti istruzioni di servizio non contengono tutte le informazioni dettagliate su tutti i tipi del prodotto e non possono nemmeno trattare tutti i casi di installazione, di esercizio e di manutenzione. Per ulteriori informazioni rivolgersi alle filiali Siemens di zona o consultare la homepage <http://www.siemens.de/stop>. Ci riserviamo eventuali modifiche tecniche. In caso di divergenze e problemi, è valido il testo tedesco.

Nota

Por razones de claridad, estas instrucciones no contienen todas las informaciones detalladas relativas a todos los tipos del producto ni pueden considerar todos los casos de instalación, de operación y de mantenimiento imaginables. Para más información, contactar con la sucursal local de Siemens o visite la Web <http://www.siemens.de/stop>. Sujeto a cambios técnicos sin previo aviso. En caso de duda, prevalece el texto alemán.

**WARNING**

Hazardous voltages are present in this electrical equipment during operation. Failure to handle the equipment properly can therefore result in death, severe personal injury or substantial property damage. Only qualified personnel should work on or near this equipment. The product will function correctly and safely only if it is properly transported, stored, set up and installed. The main plant switch must be switched off and secured against reconnection prior to installation or maintenance of the equipment. Failure to disconnect the main switch means that contact with live parts could result in death or severe personal injury. To operate the unit in 230V mode, the switch on the side panel under the cover (see picture on page 3 for location) must be set to the 230V position.

**IMPORTANT**

The unit may only be opened by properly trained personnel. Contains electrostatically sensitive components!

Description and design

The SITOP 24V/5A and 24V/10A power supplies are **chassis-mounted units**. The devices must be installed in accordance with the relevant DIN VDE standards or national codes of practice. The equipment is to be provided with fixed connecting leads.

Primary switched-mode power supplies for connection to 1-phase AC systems or to 2 phases of three-phase systems (TN, TT or T (S3AC 50/0V) systems in accordance with VDE 0100 T 3001/IEC 364-3) with rated voltages 120V, 230V to 500V, 50/60-Hz, output voltage $\pm 24V$ DC, floating, short-circuit-proof and stable at no load.

Technical data

6EP1333-3BA00 6EP1334-3BA00

Input variables

Rated input voltage U_N
AC: 120V, 230V-500V, 50/60Hz
Operating voltage range:
66-132/126-550V

Surge resistance:
1300V, I_{rms} 1,3mA

Main buffering at 120/230V¹⁾:
25ms

Input current I_N at 120/230V:
2,2A, 2A_{max} 4,4/2,4A_{max}

Making current limitation (25°C) standard
<35A, <1,7A¹⁾ <35A, <9,0A¹⁾

Recommended circuit-breaker characteristic C (or B),
0A (10A) for 1-phase AC systems

A two-pole coupled line-protection circuit-breaker or motor-circuit breaker using the outer wiring pairs must be provided as a protection device for two-phase operation on 2 outer conductors of a three-phase system.

e.g. 3RV1021-1EA10 (setting 1,8A) at 230V

e.g. 3RV1021-1DA10 (setting 3A) at 400/500V

Efficiency at full load (typical):
66% 80%

Power consumption (active power):
140W 280W

Output variables

Output DC voltage U_N
Delivery state: 24V, $\pm 2\%$
Setting range: 24V to 28.8V, set via potentiometer on front of unit (see page 3 for position)
Derating at $U_N > 24V$:
4% I, or 3°C (I_{max} 1V U_N)

Output voltage ripple:
<50mV_{rms} residual ripple:
<200mV_{pk} peaks

Direct output current I_N :
0-5A 0-10A

Two identical devices can be connected in parallel to increase the power output. Switchover of output characteristics using selector switch A (see page 3 for position).

Environment

Temperature for storage and shipment: -25°C to +85°C
for operation: 0°C to +60°C

Humidity rating according to climate category 3K3 to EN 60721, Part 3, no condensation

Natural air cooling

Pollution degree 2

Weight:

1,2kg 1,4kg

Protective and monitoring functions

Static current limitation¹⁾ Typ. 1,15 x I_N

Behavior under short-circuit conditions (output):
Constant current / shutdown, directly via selector switch B (see page 3 for position)

Signaling:

LED green: Output voltage >20,5V

LED amber: Overload, output voltage <20,5V (in "Constant current" mode only)

LED red: Latched shutdown (in "Shutdown" operating mode only) or Remote Off via supplementary module 6EP1961-3BA10

Annunciation signals¹⁾**Standards**

Degree of protection: IP20 to IEC 529

Protection class 1

Safety to VDE 0805 (EN 60950): SELV

Safety separation afforded according to EN 60950; EN 50178; VDE 0100 Part 410; EN 61140+EN 60847-1 (equivalent to VDE 0140+VDE 0680 Part 100, replacing VDE 0100 Part 101); UL 968; CSA C22.2

Interference emission to EN 55022-1

RI suppression according to EN 55022, limit-value curve B

Interference immunity to EN 61000-6-2

Limitation of input current harmonics to EN 61000-3-2

Installation instructions

Mount on standard DIN rail DIN EN 50322-3 or 1575. To ensure proper cooling, the device must be mounted vertically such that the input and output terminals are at the bottom. A clearance of 50 mm in each case must be left above and below the device.

The supply voltage connection (AC 120V/230V) must be made in accordance with VDE 0100 and VDE 0180. A protective device (circuit-breaker) and interrupter must be provided for safe disconnection of the power supply. If the power pack is operated between phases L1 and L2, and an r.c.d. is used as protection against direct or indirect contact, then the r.c.d. must be a residual device (type B).

Parallel operation and selectable short-circuit behavior (see page 3 for selector switch position and setting).

| Selector switch | Function |
|-----------------|--|
| A | For load distribution in parallel operation, the devices can be switched from single mode (switch setting OFF) to parallel mode (switch setting ON). Switch setting ON produces an inhaled output characteristic. |
| B | In switch setting OFF (constant current mode), the device supplies a constant current of about 1,15 x rated current (in the case of an overload/short circuit). In switch setting ON (shutdown mode), the device is shut down if it is overloaded for more than about 100 ms. This status can be reset by Power OFF for at least 5 seconds followed by Power ON. |

Connection and terminal assignments

| Terminals | Function | Terminal capacity | Remarks |
|------------|------------------------------|--------------------------|---|
| L1, L2 (N) | Input voltage AC 120V...500V | 0,2...2,5mm ² | Screw-type terminals; Use a screwdriver with blade width of 3,5mm |
| PE | PE conductor | | Recommended tightening torque 0,5...0,5 Nm (5-7 Lb-In) |
| +/- | DC 24 V output voltage | 0,2...2,5mm ² | Use copper wire rated 85/175°C |

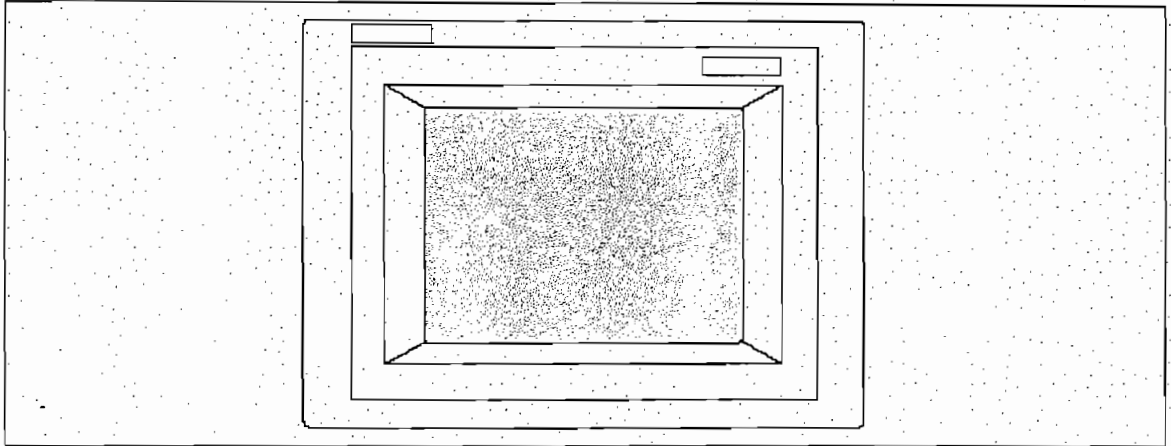
¹⁾ Supplementary module 6EP1961-3BA00 is available for longer mains buffering periods up to max. 3 s and supplementary module 6EP1961-3BA10 for annunciation signals (input voltage, output voltage) and remote ON/OFF circuit.

ANEXO 5

SIMATIC HMI

Touch Panel TP 070

Overview of the TP 070



Overview: Model TP 070

| | | |
|----------------------|--|------------------------|
| Processor | Type | 32 bit RISC |
| | Clock frequency | 66 MHz |
| Configuration memory | Capacity | 128 kB |
| Software | Operating system | Microsoft® Windows® CE |
| Interfaces | Serial interface to connect PLC, PC/PU | 1 x RS485 |
| Display | Type | STN LCD/Blue mode |
| | Active screen area (B x H) in mm | 116 x 87 (5.7") |
| | Resolution (pixels) | 320 x 240 |
| | Monochrome | 4-level |
| | Back-lighting | CCFL tube |
| | Half Brightness Life ¹⁾ approx. (h) | 50,000 |

1) Refer to the Glossary for a definition.

Technical Data

| Housing | |
|--|---|
| External dimensions (W x H) | 212 mm x 156 mm |
| Mounting cut-out (W x H) | 196 ₋₁ mm x 142 ₋₁ mm |
| Mounting depth | 45 mm |
| Degree of protection complying to EN 60529 | |
| • Front panel | IP65 |
| • Rear panel | IP20 |
| Weight | Approx. 0.7 kg |

| Processor | |
|-----------------|-------------|
| Type | 32 bit RISC |
| Clock frequency | 66 MHz |

| Configuration memory | |
|----------------------|--------|
| Capacity | 128 kB |

| Software | |
|------------------|----------------|
| Operating system | MS Windows® CE |

| Display | |
|------------------------------------|--------------------|
| LCD type | STN LCD/Blue mode |
| Active screen area (B x H) in mm | 116 x 87 mm (5.7") |
| Resolution (horizontal x vertical) | 320 x 240 pixels |
| Monochrome | 4-level |
| Back-lighting | CCFL tube |
| Half Brightness Life ¹⁾ | Approx. 50,000 h |

¹⁾ Definition, refer to glossary

| Power supply | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Rated voltage | + 24 V DC |
| Permissible voltage range | +18.0...+30.0 V DC |
| Max. permissible transients | 35 V (500 msec) |
| Time between two transients | 50 sec minimum |
| Power consumption | |
| • Typical | Approx. 0.24 A |
| • Switch-on current I _{2t} | Approx. 0.2 A ² s |
| Fuse, internal | Electronic |



| Ambient conditions | |
|--|---|
| Location Max. permissible angle of inclination without external ventilation | vertical $\pm 35^\circ$ |
| Max. permissible ambient temperature • Operation – Vertical installation – Installation angled from the perpendicular to max. 35° • Shipping, storage | STN display 0...+50 °C 0...+40 °C -20...+60 °C |
| Relative humidity Operation Shipping, storage | 20...85%, no condensation 5...90%, no condensation |
| Shock loading Operation Shipping, storage | 15 g/11 msec 25 g/6 msec |
| Vibration Operation Shipping, storage | 0.035 mm (10 – 58 Hz) 1 g (58 – 500 Hz) 3.5 mm (5 – 8.5 Hz) 1 g (8.5 – 500 Hz) |
| Barometric pressure Operation Shipping, storage | 705 to 1030 hPa 551 to 1030 hPa |

Compliance of the named products with the regulations of Directive 89/336 EEC is verified by conformance with the following standards:

| Noise immunity | |
|---|---|
| Static discharge (contact discharge/air discharge) | EN 61000-4-2 6 kV/8 kV |
| RF irradiation | EN 61000-4-3 10 V/m, 80% AM, 1 kHz |
| Pulse modulation | ENV 50204 900 MHz \pm 5 MHz 10 V/m _{eff.} , 50% ED, 200 Hz |
| RF conduction | EN 61000-4-6 150 kHz – 80 MHz 10 V, 80% AM, 1 kHz |
| Burst interference | EN 61000-4-4 |
| Supply lines | 2 kV |
| Process data lines | 2 kV |
| Signal lines | 1 kV |

| Radio interference | |
|---|---------|
| Radio interference level complying to EN 55011 | Class A |

The following approvals have been applied for or already granted on supply. Please refer to the rating plate on the rear of the unit for identification.

| Approvals | |
|--------------|---|
| UL approval | UL Recognition Mark ²⁾ Underwriters Laboratories (UL) complying with Standard UL 508, File E 120869 |
| cUL approval | In accordance with the UL/CSA Approval Agreement |
| FM Approval | complying to Factory Mutual Approval Standard Class Number 3611 Hazardous (classified) Locations Class I, Division 2, Group A, B, C, D |
| |  Warning: Personal injury and equipment damage can occur. Personal injury and equipment damage can occur in hazardous areas if a plug connection is disconnected from the operating unit while the system is running. In hazardous areas, always switch off the power supply to the operating unit before disconnecting plugs. |
| |  Warning: DO NOT DISCONNECT WHILE CIRCUIT IS LIVE UNLESS LOCATION IS KNOWN TO BE NON-HAZARDOUS. |

2) The file number of the UL approval is dependent on the production site. The number specified here changes according to the production site.

ANEXO 6

CPU S7 – 226 AC/DC/RELÉ

| | |
|---|--|
| Niveles de voltaje | |
| Alimentación (nominal) | AC 120 a 240 V |
| Entradas de la CPU | 24 x DC 24 V |
| Salidas de la CPU | 16 salidas de relé |
| Tamaño Físico | |
| Dimensiones en mm (l x a x p) | 196 x 80 x 62 |
| Peso | 660 g |
| Disipación | 17 W |
| Memoria | |
| Tamaño del programa de usuario (EEPROM) | 4096 palabras |
| Datos de usuario (EEPROM) | 2560 palabras (remanentes) |
| Entradas y salidas (E/S) | |
| E/S digitales incorporadas | 24 E/16 S |
| Tamaño de la imagen de E/S analógicas | 64 (32 E/32 S) |
| Nº máx. de módulos de ampliación | 7 módulos |
| Entradas de captura de impulsos | 14 |
| Contadores rápido Fase simple, 2 fases | 6 contadores en total 6 a 30 kHz 4 a 20 kHz |
| Salidas de impulsos 2 a 20 kHz (sólo en salidas DC) | Salidas de impulsos 2 a 20 kHz (sólo en salidas DC) |

| | |
|--|---|
| Datos generales | |
| Temporizadores 256 temporizadores en total: 4 temporizadores de 1 ms, 16 temporizadores de 10 ms y 236 temporizadores de | 100 ms |
| Contadores 256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) | Marcas internas |
| almacenadas al desconectar la CPU | 256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) |
| 112 (almacenamiento en EEPROM) | Interrupciones temporizadas 2 con resolución de 1 ms |
| Interrupciones de flanco 4 flancos positivos y/o 4 flancos negativos | |
| Potenciómetros analógicos | 2 con resolución de 8 bits |
| Velocidad de ejecución booleana 0 | 37 ←s por operación |
| Comunicación integrada | |
| Puertos | 2 puertos RS-485 |
| Velocidades de transferencia PPI, | DP/T |
| 9,6, 19,2 y 187,5 kbit/s | Velocidades de transferencia |
| Freeport | 1.2 kbit/s a 115.2 kbit/s |
| Longitud máx. del cable por | segmento |
| Con repetidor aislado: 1000 m hasta 187,5 kbit/s, 1200 m hasta 38,4 kbit/s | Sin repetidor aislado: 50 m |
| Nº máximo de estaciones 32 por segmento, 126 por red | Nº máximo de maestros 32 |
| Punto a punto (modo maestro PPI) Sí (NETR/NETW) | Enlaces MPI 4 en total, 2 reservados (1 para una PG y 1 para un OP) |

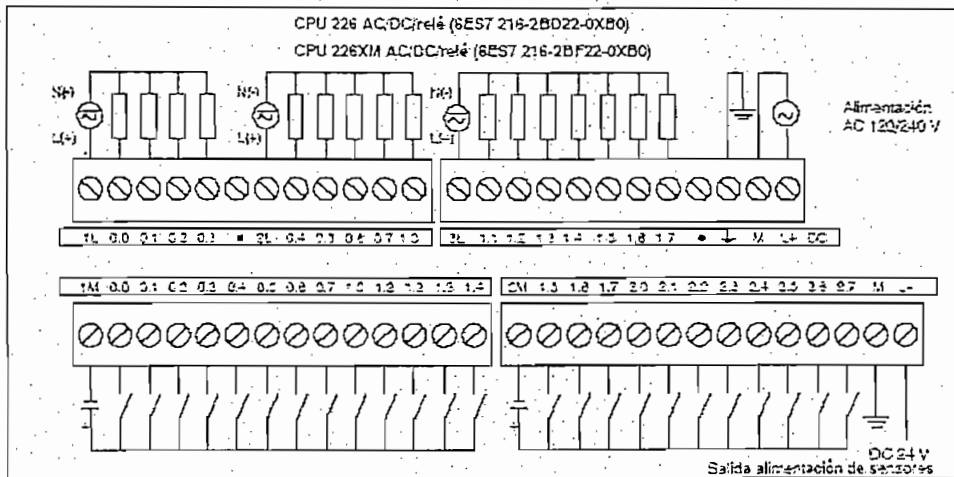


Figura A-5 Diagramas de cableado de las CPUs 226 y 226XM

Tabla A-8 Asignación de pines del puerto de comunicación del S7-200

| Enchufe | Nº de pin | Señal PROFIBUS | Puerto 0/Puerto 1 |
|---------------------|-----------|-----------------------|--|
| | 1 | Blandaje | Tierra |
| | 2 | Hilo de retorno 24 V | Hilo lógico |
| | 3 | Señal B RS-485 | Señal B RS-485 |
| | 4 | Función de transmitir | RTS (TTL) |
| | 5 | Hilo de retorno 5 V | Hilo lógico |
| | 6 | -5 V | -5 V, 100 Ω resistor en serie |
| | 7 | -24 V | -24 V |
| | 8 | Señal A RS-485 | Señal A RS-485 |
| | 9 | No aplicable | Selección protocolo de 10 bits (emradat) |
| Carcasa del enchufe | | Blandaje | Tierra |

ANEXO 7

ANEXO 8

EM 223 16 entradas digitales/16 salidas de relé x DC 24 V

| | |
|--|---|
| Niveles de voltaje | |
| Entradas de la CPU | 16 x DC 24 V |
| Salidas de la CPU | 16 salidas de relé |
| Tamaño Físico | |
| Dimensiones en mm (l x a x p) | 137,3 x 80 x 62 |
| Peso | 400 g |
| Disipación | 6 W |
| Características de las entradas | |
| Número de entradas | 16 |
| Tensión nominal | 24 V a 4 mA |
| Tensión continua máx. admisible | DC 30 V |
| Sobretensión momentánea (máx.) | DC 35 V, 0,5 s |
| Señal 1 lógica (mín.) | DC 15 V a 2,5 mA |
| Señal 0 lógica (máx.) | DC 5 V a 1 mA |
| Retardo de las entradas (máx.) | 4,5 ms |
| Aislamiento Separación galvánica (campo a circuito lógico) Grupos de aislamiento | AC 500 V durante 1 minuto Consulte el diagrama de cableado |
| Características de las salidas | |
| Tipo de datos | Contacto de baja potencia |

| | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| Tensión nominal | DC 24 V ó AC 250 V |
| Rango de tensión | DC 5 a 30 V ó AC 5 a 250 V |
| Sobrecorriente momentánea (máx.) | 7A al estar cerrados los contactos |
| Intensidad nominal por salida (máx.) | 2,00 A |
| Intensidad nominal por neutro (máx.) | 8 A |
| Frecuencia de conmutación (máx.) | 1 Hz |
| Vida útil de los contactos | 100.000 (carga nominal) |

- Diagrama de cableado

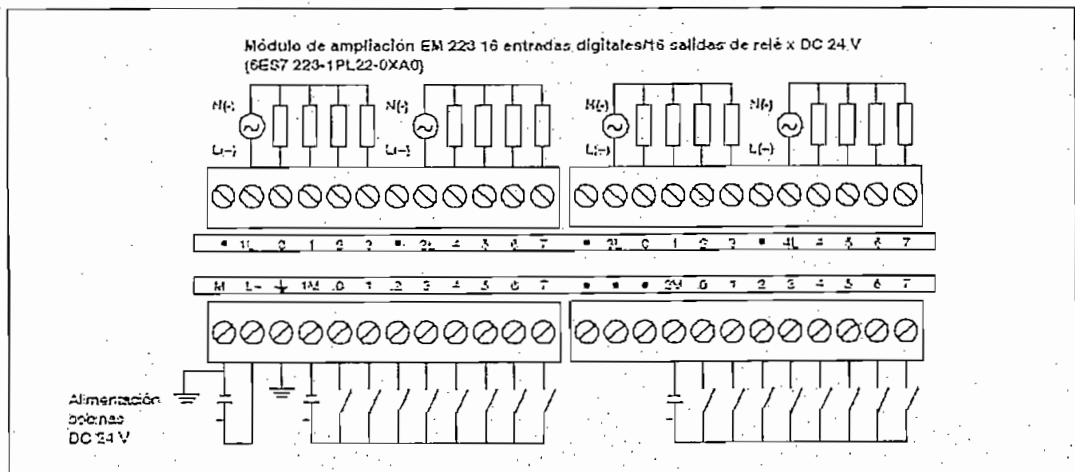


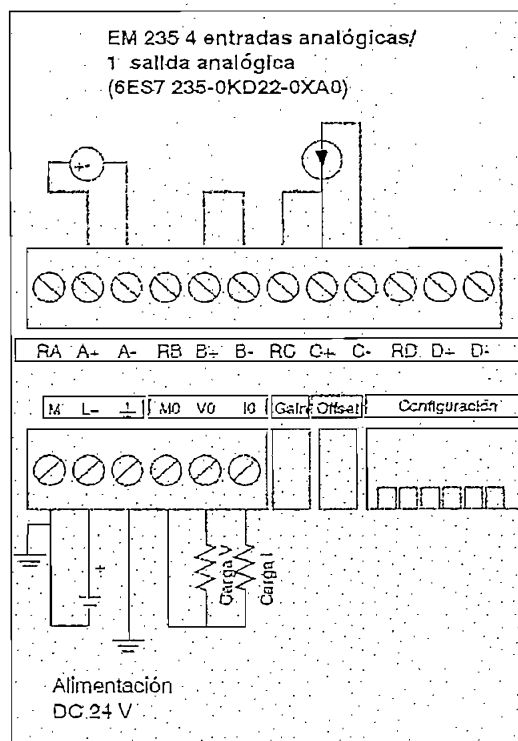
Figura A-8 Diagramas de cableado de los módulos de ampliación EM 223

EM 235 4 entradas analógicas/1 salida analógica

| | |
|--|---|
| Tamaño Físico | |
| Dimensiones en mm (l x a x p) | 71,2 x 80 x 62 |
| Peso | 186 g |
| Disipación | 2 W |
| Características de las entradas | |
| Formato de la palabra de datos | |
| Bipolar, rango máx. | -32000 a +32000 |
| Unipolar, rango máx. | 0 a 32000 |
| Impedancia de entrada DC | 10 M Ω entrada de tensión, 250 Ω entrada de intensidad |
| Atenuación filtro de entrada | -3 db a 3,1 kHz |
| Tensión de entrada máx. | DC 30 V |
| Intensidad de entrada máx. | 32 mA |
| Resolución | Convertidor A/D de 12 bits |
| Rangos de las entradas | 0 a 10 V, 0 a 5 V |
| Tensión (unipolar) | 0,5 V, 2,5 V |
| Tensión (bipolar) | 0 a 20 mA |
| Intensidad | |
| Tiempo de conversión analógica/digital | < 250 μ s |
| Respuesta de salto de la entrada analógica | 1,5 ms a 95% |
| Rango de tensión de alimentación DC 24 V | 20,4 a 28,8 |
| Características de las salidas | |
| Rango de señales | |
| Salida de tensión | +/- 10 V |
| Salida de intensidad | 0 a 20 mA |
| Resolución, rango máx. | |
| Tensión | 12 bits |
| Intensidad | 11 bits |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Formato de la palabra de datos | |
| Tensión | -32000 a +32000 |
| Intensidad | 0 a +32000 |
| Precisión | |
| Caso más desfavorable, 0° a 55° C | |
| Salida de tensión | +/- 2% de rango máx. |
| Salida de intensidad | +/- 2% de rango máx. |
| Típico, 25° C | |
| Salida de tensión | +/- 0,5 % de rango máx. |
| Salida de intensidad | +/- 0,5 % de rango máx. |
| Tiempo de ajuste | |
| Salida de tensión | 100 us |
| Salida de intensidad | 2 ms |
| Accionamiento máx. | |
| Salida de tensión | Mín. 5000 Ω |
| Salida de intensidad | Máx. 500 Ω |

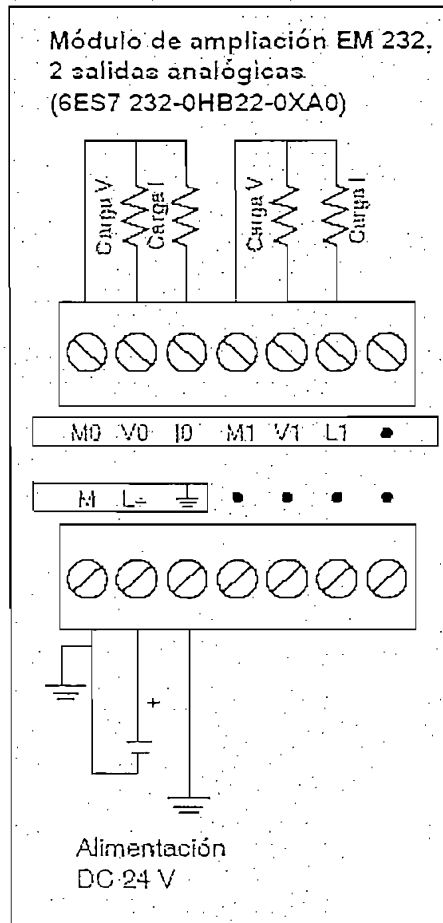
- Diagrama de cableado



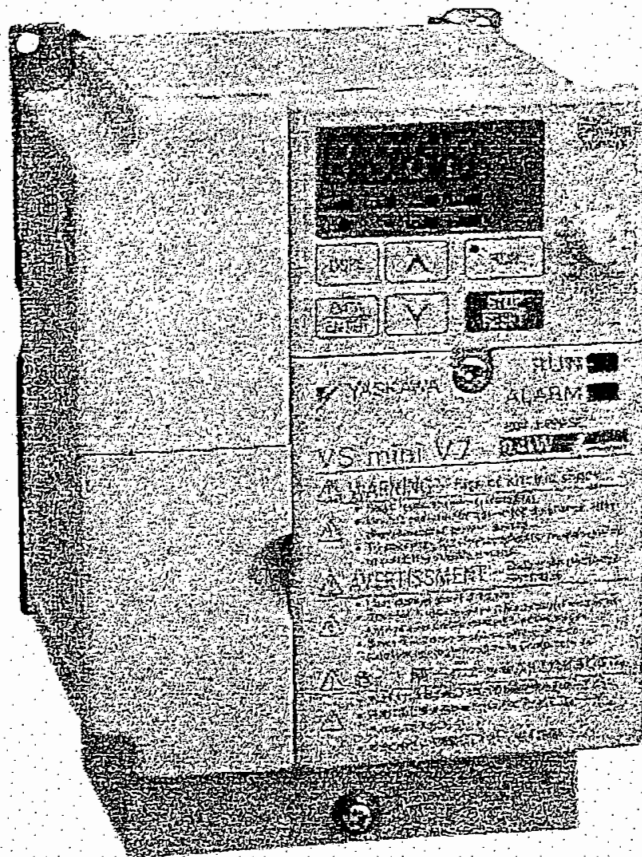
EM 232, 2 salidas analógicas

| | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Tamaño Físico | |
| Dimensiones en mm (l x a x p) | 46 x 80 x 62 |
| Peso | 148 g |
| Disipación | 2 W |
| Características de las salidas | |
| Rango de señales | |
| Salida de tensión | +/- 10 V |
| Salida de intensidad | 0 a 20 mA |
| Resolución, rango máx. | |
| Tensión | 12 bits |
| Intensidad | 11 bits |
| Formato de la palabra de datos | |
| Tensión | -32000 a +32000 |
| Intensidad | 0 a +32000 |
| Precisión | |
| Caso más desfavorable, 0° a 55° C | |
| Salida de tensión | +/- 2% de rango máx. |
| Salida de intensidad | +/- 2% de rango máx. |
| Típico, 25° C | |
| Salida de tensión | +/- 0,5 % de rango máx. |
| Salida de intensidad | +/- 0,5 % de rango máx. |
| Tiempo de ajuste | |
| Salida de tensión | 100 us |
| Salida de intensidad | 2 ms |
| Accionamiento máx. | |
| Salida de tensión | Mín. 5000 Ω |
| Salida de intensidad | Máx. 500 Ω |

- Diagrama de cableado



ANEXO 9



Serie VS-606V7

Manual de instrucciones

INVERSOR COMPACTO PARA USOS GENERALES
(CONTROL DEL VECTOR DE VOLTAJE)

1. RECEPCIÓN

Después de desempacar el VS-606V7, verifique lo siguiente:

- Verifique que los números de las piezas concuerden con la orden de compra o con la hoja del empaque.
- Revise la unidad para detectar si existen daños físicos que se puedan haber producido durante el envío.

Si falta o está dañada alguna pieza del VS-606V7 llame inmediatamente al servicio.

• Revisión de la placa de características

Normas de seguridad de EUA y Canadá para tipos trifásicos 200VCA, 0.13HP (0.1kW)

| | | |
|--------------------|--------------------------|------------------|
| MODELO DE INVERSOR | MODEL: CIMR-J7AU20P1 | ESPEC: 20P10 |
| ESPEC. DE ENTRADA | INPUT: 3PH 200-230VAC | 50/60HZ 1.1A |
| ESPEC. DE SALIDA | OUTPUT: 3PH 0-230VAC | 12AX 0-60HZ 0.2A |
| LOTE NO. | LOT NO: | MASS: 0.54g |
| SERIE NO. | SER NO: | PAIS: |
| | | |
| | FILE NO: E101457 | |
| | INSTALLATION CATEGORY II | IP20 |

PLACA
SOFTWARE

MODELO

CIMR-V7AU20P1

INVERSOR
SERIE VS-606V7

| No. | Tipo |
|-----|------------------------------------|
| A | Con operador digital (con volumen) |
| B | Con operador digital (con volumen) |
| C | Con operador digital (con volumen) |

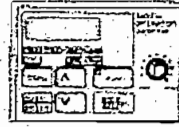
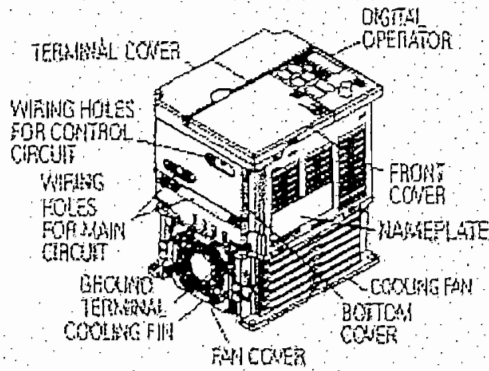
Nota: Póngase en contacto con el representante de YASKAWA para el tipo de dissipador de calor.

| No. | Salida de motor máxima del motor |
|------|----------------------------------|
| OP1 | 0.13 HP (0.1kW) |
| OP2 | 0.25 HP (0.2kW) |
| OP4 | 0.5 HP (0.4kW) |
| OP7 | 1 HP (0.75kW) |
| 1PE | 2 HP (1.5kW) |
| 3PE | 3 HP (2.2kW) |
| 4PE | 4 HP (3.0kW) |
| 5PE | 5 HP (3.7kW) |
| 7PE | 7.5 HP (5.5kW) |
| 10PE | 10 HP (7.5kW) |

| No. | Clase de voltaje |
|-----|-------------------|
| E | Monofásico 200VCA |
| F | Trifásico 200VCA |
| A | Trifásico 400VCA |

| No. | Especificaciones |
|-----|-------------------------------------|
| U | Especificación UL (asociación U.S.) |

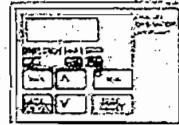
2. IDENTIFICACION DE LAS PIEZAS



Digital operator (with volume)

JVOP-140

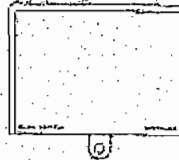
Used for setting or changing constants. Frequency can be set using volume.



Digital operator (without volume)

JVOP-147

Used for setting or changing constants.

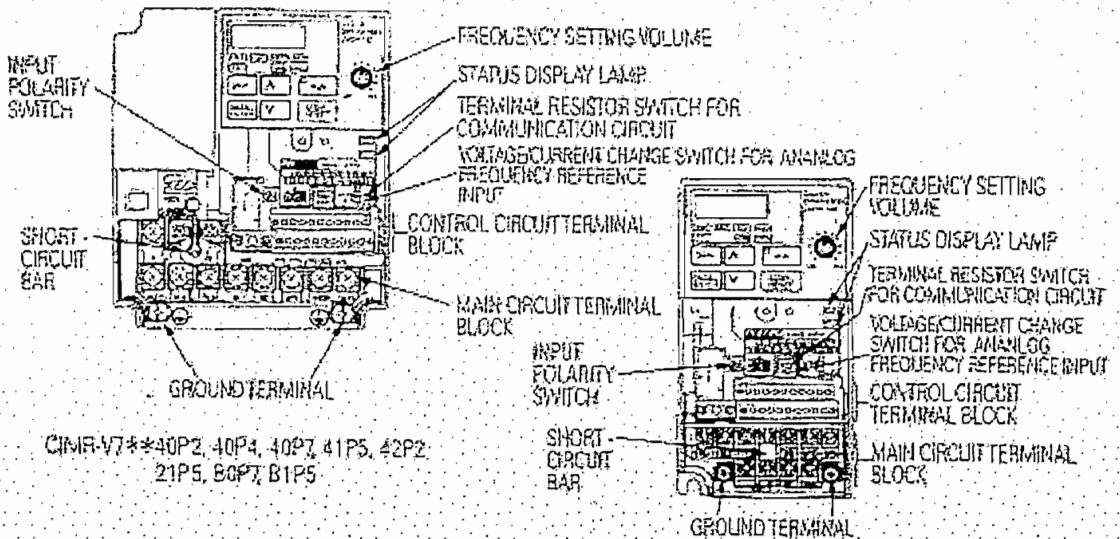


Blank cover (optional)

In models with blank cover, the blank cover is mounted in place of the digital operator.



Opening the covers



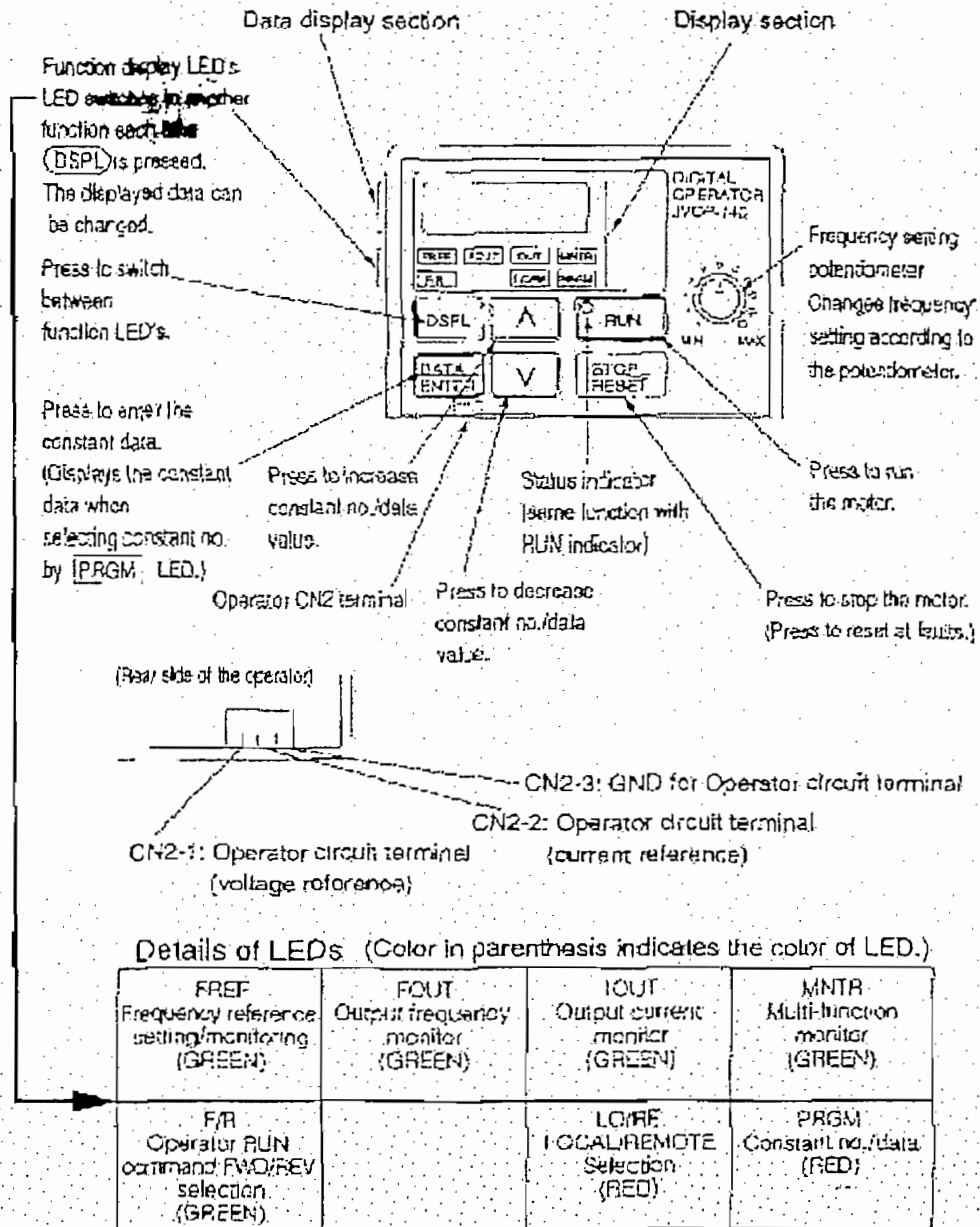
CIMR-V7**40P2, 40P4, 40P7, 41P5, 42P2, 21P5, 80P7, 81P5

CIMR-V7**20P1, 20P2, 20P4, 20P7, 80P1, 80P2

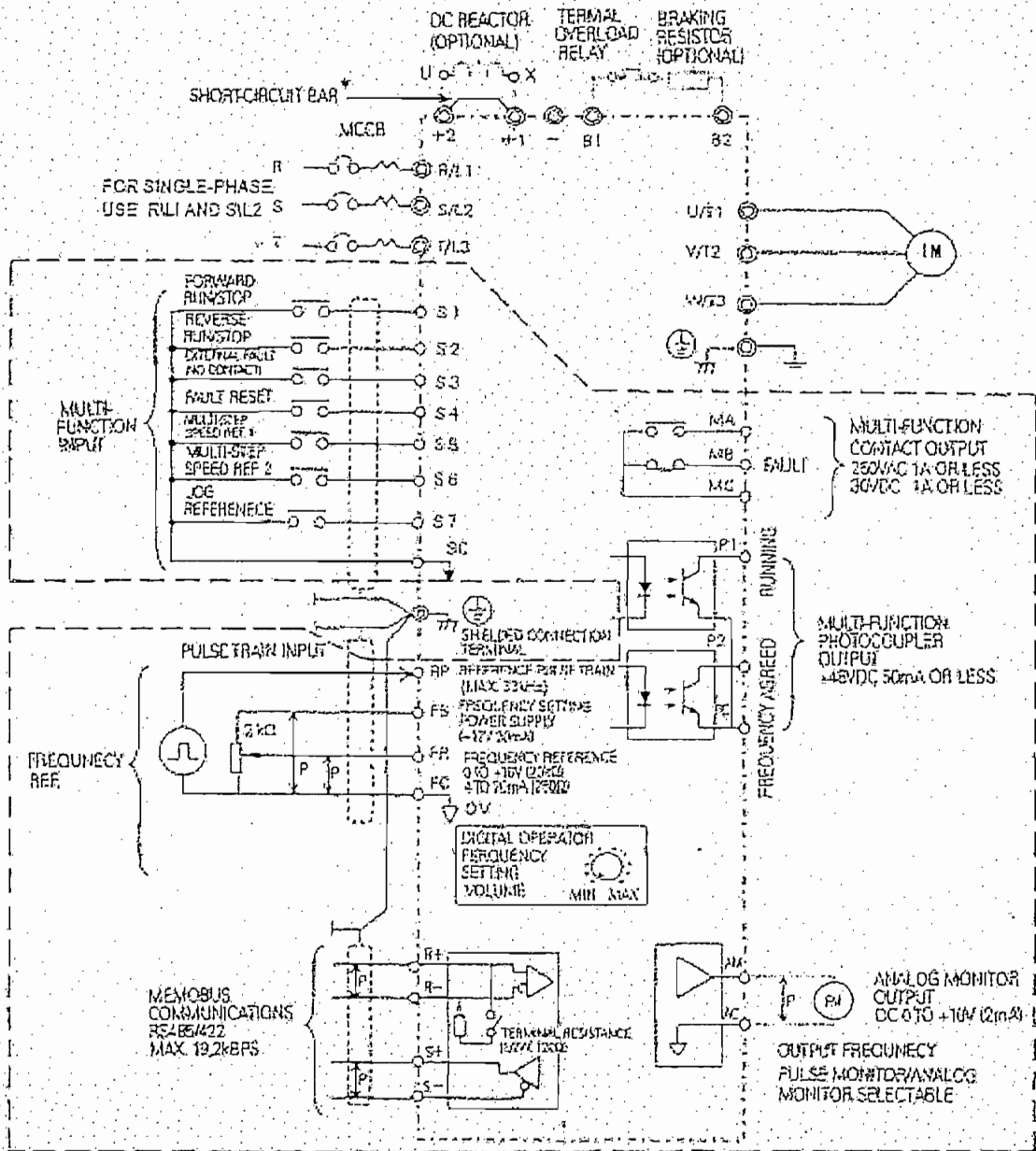
• Funcionamiento del operador digital

Todas las funciones del VS-606V7 se configuran mediante el operador digital. A continuación se describen las secciones de la pantalla y del teclado.

Operador digital JVOP-140



Cableado Estándar




Shielded

Twisted-pair wires

: Only basic insulation is provided for the control circuit terminals. Additional insulation may be necessary in the end product.

* Short-circuit bar should be removed when connecting DC reactor.

Descripción de terminales

| Tipo | Terminal | Nombre | Función (Nivel de señal) | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|--|---|--|
| Circuito principal | R/L1, S/L1, T/L3 | Entrada de la fuente de alimentación de CA | Siempre utilice la terminal R/L1/S/L2 para inversores monofásicos. Nunca contacte a la terminal T/L2. | | | |
| | U/T1, W/T2, W/T3 | Salida del inversor | Salida del inversor | | | |
| | B1, B2 | Conexión de la resistencia de frenado | Conexión de la resistencia de frenado | | | |
| | +2, +1 | Conexión del reactor de CD | Cuando conecte al reactor de CD opcional retire la barra del corto circuito del circuito principal entre +2 y +1. | | | |
| | -1, (-) | Entrada de la fuente de alimentación de CD | Entrada de la fuente de alimentación de CD (+1: positiva -; negativa)* | | | |
| |  | Conexión a tierra | Conexión a tierra 200V: conexión a códigos locales de conexión a tierra. 400V: conexión a códigos locales de conexión a tierra. | | | |
| Circuito de control | Entrada | Señal de fábrica | S1 | Selección de entrada multifunción 1 | Configuración de fábrica cerrada: marcha REV, abierta: FW | Aislamiento de fotocople de 24VDC, 5mA. |
| | | | S2 | Selección de entrada multifunción 2 | | |
| | | | S3 | Selección de entrada multifunción 3 | Configuración de fábrica: falla externa (sin contacto) | |
| | | | S4 | Selección de entrada multifunción 4 | Configuración de fábrica: Reestablecimiento de faltas | |
| | | | S5 | Selección de entrada multifunción 5 | Configuración de fábrica: referencia de multivelocidades 1 | |
| | | | S6 | Selección de entrada multifunción 6 | Configuración de fábrica: referencia de multivelocidades 2 | |
| | | | S7 | Selección de entrada multifunción 7 | Configuración de fábrica: referencia con control manual | |
| | | | SC | Selección de entrada multifunción común | Para señal de control | |
| | Entrada | Frecuencia de referencia | RP | Entrada del tren de pulsos de la referencia de velocidad maestra | 23kHz max. | |
| | | | FS | Energía para la configuración de frecuencia | +12V (corriente permisible 20mA max.) | |
| | | | FR | Frecuencia de referencia de velocidad maestra | 0 a +10VDC (20mA) o 4 a 20mA (150mA) o 0 a 25mA (250mA) (1/1500 resolución) | |
| | | | FC | Común de la frecuencia de referencia | 0V | |
| | Salida | Salida de contacto multifunción | MA | Salida de contacto NA | Configuración de fábrica: falta | Capacidad de Contacto: 250VAC 1A o menos, 30VDC 1A o menos |
| | | | ME | Salida de contacto NC | | |
| | | | MC | Común de salida de contacto | | |
| | | Salida de fotocople multifunción | P1 | Salida de fotocople 1 | Configuración de fábrica: marcha | Salida de fotocople +48VDC, 50mA o menos |
| | | | P2 | Salida de fotocople 2 | Configuración de fábrica: frecuencia acordada | |
| | | | PC | Salida de fotocople común = | 0V | |
| Salida de monitor analógico | | AM | Salida del monitor analógico | Configuración de fábrica: Frecuencia de salida de 0 a +10V | +10VDC, 2mA o menos, resolución de 8 bits. | |
| | | AC | Común del monitor analógico | 0V | | |
| Terminal del circuito de comunicación | Comunicación MEMOBUS | R+ | Entrada de comunicaciones (+) | Comunicaciones MEMOBUS. Marcha mediante RS-485 o RS-422. | RS-485/422 protocolo MEMOBUS, 19.2 kps max. | |
| | | R- | Entrada de comunicaciones (-) | | | |
| | | S+ | Salida de comunicaciones (+) | | | |
| | | S- | Salida de comunicaciones (-) | | | |

* No se aplica la terminal de entrada de la fuente de alimentación de CD a los estándares de CE/UL.
 + Se puede conmutar para la salida del monitor de pulsos.

Primeras funciones (del parámetro n001 al n049)

| No. | No. de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| 001 | 0101H | Prohibición/inicialización de la escritura de parámetros | 0 a 4, 8, 9, 12, 13 | 1 | 1 | | 39 |
| 002 | 0102 | Selección del modo de control (Nota 3) | 0, 1 | 1 | 0 (Nota 1) (Nota 2) | | 40 |
| 003 | 0103 | Selección de referencia de operación | 0 a 3 | 1 | 0 | | 47 |
| 004 | 0104 | Selección de frecuencia de referencia | 0 a 9 | 1 | 1 | | 48 |
| 005 | 0105 | Selección del método de detención | 0, 1 | 1 | 0 | | 71 |
| 006 | 0106 | Prohibición de la marcha en reversa | 0, 1 | 1 | 0 | | 50 |
| 007 | 0107 | Selección de activación/desactivación del paro del paro de operación | 0, 1 | 1 | 0 | | 70 |
| 008 | 0108 | Selección de la frecuencia de referencia en el modo local | 0, 1 | 1 | 1 (Nota 3) | | 48 |
| 009 | 0109 | Selección del método de configuración para la frecuencia de referencia | 0, 1 | 1 | 0 | | 48 |
| 010 | 010A | Detección de la falla de conexión del operador | 0, 1 | 1 | 0 | | 47 |
| 011 | 010B | Frecuencia de salida máxima | 50.0 a 400.0Hz | 0.1Hz | 50.0Hz | | 40 |
| 012 | 010C | Voltaje máximo | 0.1 a 255.0V (0.2 a 510.0) | 0.1V | 250.0V (Nota 2) | | 40 |
| 013 | 010D | Frecuencia de salida de voltaje máximo | 0.2 a 400.0Hz | 0.1Hz | 50.0Hz | | 40 |
| 014 | 010E | Frecuencia de salida media | 0.1 a 300.0 | 0.1Hz | 1.3Hz | | 40 |
| 015 | 010F | Voltaje de frecuencia de salida media | 0.1 a 255.0V | 0.1V | 12.0V (Nota 2) | | 40 |
| 016 | 0110 | Frecuencia de salida mínima | 0.1 a 10.0Hz | 0.1Hz | 1.3Hz | | 40 |
| 017 | 0111 | Voltaje de frecuencia de salida mínima | 0.1 a 50.0V | 0.1V | 12.0V (Nota 2) | | 40 |
| 018 | 0112 | Unidad de configuración del tiempo de aceleraci/desacelerac | 0, 1 | 1 | 0 | | 55 |
| 019 | 0113 | Tiempo de aceleración 1 | 0.00 a 8000s | Depende de la config. de n018 | 10.0s | | 55 |
| 020 | 0114 | Tiempo de desaceleración 1 | 0.00 a 8000s | Depende de la config. n018 | 10.0s | | 55 |
| 021 | 0115 | Tiempo de aceleración 2 | 0.00 a 8000s | Depende de la config. de n018 | 10.0s | | 55 |
| 022 | 0116 | Tiempo de desaceleración 2 | 0.00 a 8000s | Depende de la config. de n018 | 10.0s | | 55 |
| 023 | 0117 | Selección de aceleraci/desacelerac de la curva S | 0 a 3 | 1 | 0 | | 58 |

| No. | No. de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|----------------------------------|--|---|---|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 024 | 0118 | Frecuencia de referencia 1 (Frecuencia de referencia de velocidad maestra) | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 8.00Hz | | 50 |
| 025 | 0119 | Frecuencia de referencia 2 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos than 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 026 | 011A | Frecuencia de referencia 3 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 027 | 011B | Frecuencia de referencia 4 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 028 | 011C | Frecuencia de referencia 5 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 029 | 011D | Frecuencia de referencia 6 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 030 | 011E | Frecuencia de referencia 7 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 031 | 011F | Frecuencia de referencia 8 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 50 |
| 032 | 0120 | Frecuencia de referencia de control manual | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 8.00Hz | | 51 |
| 033 | 0121 | Límite superior de la frecuencia de referencia | 0 a 110% | 1% | 100% | | 54 |
| 034 | 0122 | Límite inferior de la frecuencia de referencia | 0 a 110% | 1% | 0% | | 54 |
| 035 | 0123 | Selección de la unidad para la configuración/ despliegado de la frecuencia de referencia | 0 a 3999 | 1 | 0 | | 125 |
| 036 | 0124 | Corriente nominal del motor | 0 a 150% de la corriente nominal del inversor | 0.1A | (Nota 3) | | 60 |
| 037 | 0125 | Protección del motor térmico-electrónico | 0, 1, 2 | 1 | 0 | | 60 |
| 038 | 0126 | Selección del parámetro en la protección del motor térmico-electrónico | 1 a 80 min. | 1 min | 8 min | | 60 |
| 039 | 0127 | Selección de la operación del ventilador de enfriamiento | 0, 1 | 1 | 0 | | 62 |

Segundas funciones (del parámetro n050 al n079)

| No. | Núm. de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|-----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 050 | 0132 | Selección de entrada multifunción 1 | 1 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 1 | | 74 |
| 051 | 0133 | Selección de entrada multifunción 2 | 1 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 2 | | 74 |
| 052 | 0134 | Selección de entrada multifunción 3 | 0 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 3 | | 74 |
| 053 | 0135 | Selección de entrada multifunción 4 | 1 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 5 | | 74 |
| 054 | 0136 | Selección de entrada multifunción 5 | 1 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 6 | | 74 |
| 055 | 0137 | Selección de entrada multifunción 6 | 1 a 25, 26 (Nota 8) | 1 | 7 | | 74 |
| 056 | 0138 | Selección de entrada multifunción 7 | 1 a 25, 26, 34, 35 (Nota 8) | 1 | 10 | | 74 |
| 057 | 0139 | Selección de salida multifunción 1 | 0 a 7, de 10 a 19, 20, 21 (Nota 8) | 1 | 0 | | 82 |
| 058 | 013A | Selección de salida multifunción 2 | 0 a 7, de 10 a 19, 20, 21 (Nota 8) | 1 | 1 | | 82 |
| 059 | 013B | Selección de salida multifunción 3 | 0 a 7, 10 a 19, 20, 21 (Nota 8) | 1 | 2 | | 82 |
| 060 | 013C | Ganancia de referencia de frecuencia analógica (FR) | 0 a 255% | 1% | 100% | | 82 |
| 061 | 013D | Polarización de referencia de frecuencia analógica (FR) | -100 a 100% | 1% | 0% | | 82 |
| 062 | 013E | Parámetro de tiempo de filtración de referencia de frecuencia analógica (FR) | 0.00 a 2.00s | 0.01s | 0.10s | | — |
| 064 | 0140 | Selección de operación para la pérdida de frecuencia de referencia (Nota 8) | 0, 1 | 1 | 0 | | — |
| 065 | 0141 | Selección de salida del monitor | 0, 1 | 1 | 0 | | 85 |
| 066 | 0142 | Selección del atenuamiento del monitor | 0 a 5 | 1 | 0 | | 85 |
| 067 | 0143 | Ganancia del monitor | 0.00 a 2.00 | 0.01 | 1.00 | | 85 |
| 068 | 0144 | Ganancia de la referencia de frecuencia analógica (CAN2 V _{pu}) | -255 a 255% | 1% | 100% | | 79 |
| 069 | 0145 | Polarización de referencia de frecuencia analógica (CAN2 V _{pu}) | -100 a 100% | 1% | 0% | | 79 |

ESPEC., continuación

20P10

| | |
|---|-------------------|
| 5 | Monofásico 230VCA |
| 2 | Trifásico 230VCA |
| 4 | Trifásico 480VCA |

| No. | Gama de motor máxima aplicable |
|-----|--------------------------------|
| OP1 | 0.13 HP (0.1kW) |
| OP2 | 0.25 HP (0.2kW) |
| OP3 | 0.5 HP (0.4kW) |
| OP7 | 1 HP (0.75kW) |
| 1P5 | 2 HP (1.5kW) |
| 2P2 | 3 HP (2.2kW) |
| 3P0 | 4 HP (3.0kW) |
| 3P7 | 5 HP (3.7kW) |
| 5P5 | 7.5 HP (5.5kW) |
| 7P5 | 10 HP (7.5kW) |

| No. | Estructura protectora |
|-----|--|
| 0 | Chasis abierto (IP20, IP00) *1 |
| 1 | Gabinete montado en pared (NEMA 1) *2 |
| 7 | Chasis cerrado (IP20). Tipo de gabinete superior |

- *1. Del código No. OP1 al 3P7 son IP20.
Siempre retire ambas cubiertas, la superior y la inferior cuando utilice los inversores 5P5 y 7P5 como tipos de chasis abierto IP00.
- *2. Del NEMA 1 "OP1" al "3P7" son opcionales. Del NEMA 1 "5P5" y "7P5" son estándar.

| No. | Núm. de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|--------|-----------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 070 | 0146 | Parámetro de tiempo de la filtración de la referencia de frecuencia analógica (CN2 V_{pul}) | 0.00 a 2.00s | 0.01s | 0.10s | | 79 |
| 071 | 0147 | Ganancia de la referencia de frecuencia analógica (CN2 I_{pul}) | -255 a 255% | 1% | 100% | | 79 |
| 072 | 0148 | Polarización de la referencia de frecuencia analógica (CN2 I_{pul}) | -100 a 100% | 1% | 0% | | 79 |
| 073 | 0149 | Parámetro del tiempo de filtración de la referencia de frecuencia analógica (CN2 I_{pul}) | 0.00 a 2.00s | 0.01s | 0.01s | | --- |
| 074 | 014A | Ganancia de la frecuencia de referencia del tren de pulsos (RP) | 0 a 255% | 1% | 100% | | 79 |
| 075 | 014B | Polarización de la referencia de frecuencia del tren de pulsos (RP) | -100 a 100% | 1% | 0% | | 79 |
| 076 | 014C | Parámetro de tiempo de filtración de la frecuencia del tren de pulsos (RP) | 0.00 a 2.00s | 0.01s | 0.10s | | --- |
| 077 #2 | 014D | Selección de entrada analógica multifunción | 0 a 4 | i | 0 | | 76 |
| 078 #2 | 014E | Selección de la señal de entrada analógica multifunción | 0,1 | i | 0 | | 81 |
| 079 #2 | 014F | Valor de la polarización de frecuencia de referencia (FBIAS) | 0 a 50% | 0.1% | 10% | | 81 |

Terceras funciones (del parámetro n080 a n119)

| No. | Número de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|-------------------------------------|--|-------------------------|---|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 060 | 0150 | Frecuencia portadora | 1 a 4, 7 a 9 | Hz | 4 (Nota. 4) | | 58 |
| 061 | 0151 | Selección de operación después de la pérdida momentánea de energía | 0, 1, 2 | | 0 | | 55 |
| 062 | 0152 | Reinicio por fallos | 0 a 10 veces | | 0 | | 60 |
| 063 | 0153 | Frecuencia de salto 1 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 60 |

| Nº. | Número de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|-------------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 064 | 0154 | Frecuencia de salto 2. | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (o menos 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 60 |
| 065 | 0155 | Frecuencia de salto 3. | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (o menos 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 60 |
| 066 | 0156 | Ancho de la frecuencia de salto | 0.00 a 25.50Hz | 0.01Hz | 0.00Hz | | 60 |
| 067 | 0157 | Selección de tiempo de operación acumulativa (Nota 2) | 0,1 | 1 | 0 | | 61 |
| 068 | 0158 | Operación acumulativa | 0 a 8550 | 1=10H | 0H | | 61 |
| 069 | 0159 | Corriente de frenado por inyección de CD | 0 a 100% | 1% | 50% | | 72 |
| 090 | 016A | Tiempo de frenado por inyección CD en el paro | 0.0 a 25.5% | 0.1s | 0.0s (Nota 2) | | 72 |
| 091 | 016B | Tiempo de frenado por inyección de CD en el arranque | 0.0 a 25.5% | 0.1s | 0.0s | | --- |
| 092 | 015C | Prevención de pérdida de velocidad (límite de corriente) durante la desaceleración | 0,1 | 1 | 0 | | 65 |
| 093 | 015D | Prevención de pérdida de velocidad (límite de corriente) durante la aceleración. | 30 a 200% | 1% | 170% | | 66 |
| 094 | 015E | Prevención de pérdida de velocidad (límite de corriente) durante la marcha | 30 a 200% | 1% | 180% | | 67 |
| 095 | 015F | Nivel de detección de frecuencia de torsión | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (o menos 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 69 |
| 096 | 0160 | Detección de torque excesivo 1 | 0 a 4 | 1 | 0 | | 68 |
| 097 | 0161 | Detección de torque excesivo 2 | 0,1 | 1 | 0 | | 68 |
| 098 | 0162 | Nivel de detección de torque excesivo | 30 a 200% | 1% | 180% | | 68 |
| 099 | 0163 | Tiempo de detección de torque excesivo | 0.1 a 10.0s | 0.1s | 0.1s | | 68 |
| 100 | 0164 | Selección de la memoria de la frecuencia de salida de retención | 0,1 | 1 | 0 | | 77 |
| 101 | 0165 | Tiempo de detección de búsqueda de velocidad (Nota 2) | 0.1 a 10.0s | 0.1s | 0.2s | | --- |

| No. | Número de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|-------------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 102 | 0186 | Nivel de operación de búsqueda de velocidad (Nota 8) | 0 a 200% | 1% | 150% | | -- |
| 103 | 0187 | Gainancia de compensación del torque | 0.0 a 2.5 | 0.1 | 1.0 | | 42 |
| 104 | 0188 | Parámetro de tiempo en la compensación del torque | 0.0 a 25.5s | 0.1s | 0.3s | | 42 |
| 105 | 0189 | Pérdida de hierro en la compensación del torque | 0.0 a 6650 | 0.01W (menos o más de 100W) / 1W (1000W o más) | (Nota 3) | | 42 |
| 106 | 018A | Deslizamiento nominal del motor | 0.0 a 20.0Hz | 0.1Hz | (Nota 3) | | 44 |
| 107 | 018B | Resistencia del motor para modelo monofásico | 0.000 a 85.50Ω | 0.001Ω (menos de 10Ω) / 0.01Ω (10Ω o más) | (Nota 3) | | 44 |
| 108 | 018C | Inductancia de fugas del motor | 0.00 a 855.0mH | 0.01mH (menos de 100mH) / 0.1mH (100mH o más) | (Nota 3) | | 44 |

| No. | Número de registro para transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|--------|-------------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 109 | 016D | Limitador del voltaje de la compensación del torque | 0 a 250% | % | 150% | | — |
| 110 | 016E | Corriente sin carga del motor | 0 a 99% | % | (Nota 3) | | 44 |
| 111 | 016F | Ganancia de compensación de deslizamiento | 0.0 a 2.5 | 0.1 | 0.0 | | 69 |
| 112 | 017D | Tiempo de demora primario de compensación de deslizamiento | 0.0 a 25.5s | 0.1s | 2.0s | | 69 |
| 113 | 0171 | Selección de compensación de deslizamiento durante la regeneración. | 0,1 | 1 | 0 | | — |
| 115 #2 | 0173 | Selección de reducción automática de pérdida de velocidad | 0,1 | 1 | 0 | | 27 |
| 118 #2 | 0174 | Tiempo de aceleraci/ desacelerac durante la prevención de pérdida de velocidad | 0,1 | 1 | 0 | | 68 |

Cuartas funciones (del parámetro 120 a n179)

| No. | Núm. de registro de transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 120 | 0176 | Frecuencia de referencia 9 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 121 | 0179 | Frecuencia de referencia 10 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 122 | 017A | Frecuencia de referencia 11 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 123 | 017B | Frecuencia de referencia 12 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 124 | 017C | Frecuencia de referencia 13 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 125 | 017D | Frecuencia de referencia 14 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 128 | 017E | Frecuencia de referencia 15 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (menos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |

| No. | Núm. de registro de transmisión | Nombre | Margen de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----|---------------------------------|---|-------------------------|---|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 127 | 017F | Frecuencia de referencia f_0 | 0.00 a 400.0Hz | 0.01Hz (manos de 100Hz) / 0.1Hz (100Hz o más) | 0.00Hz | | 51 |
| 128 | 0180 | Selección de control PID | 0 a 2 | 1 | 0 | | 110 |
| 129 | 0181 | Ganancia de retroalimentación PID | 0.00 a 10.00 | 0.01 | 1.00 | | 112 |
| 130 | 0182 | Ganancia proporcional (P) | 0.0 a 25.0 | 0.1 | 1.0 | | 111 |
| 131 | 0183 | Tiempo integral (I) | 0.0 a 380.0 | 0.1s | 1.0 | | 111 |
| 132 | 0184 | Tiempo derivativo (D) | 0.00 a 2.50 | 0.01s | 0.00 | | 111 |
| 133 | 0185 | Ajuste de desplazamiento PID | -100 a 100% | 1% | 0% | | 112 |
| 134 | 0186 | Límite superior integral (I) | -100 a 100% | 1% | 100% | | 112 |
| 135 | 0187 | Tiempo del parámetro de demora primaria de salida PID | 0.0 a 10.0 | 0.1s | 0.0 | | 112 |
| 136 | 0188 | Selección de detección de pérdida de salida | 0,1,2 | 1 | 0 | | 113 |
| 137 | 0189 | Nivel de detección de la pérdida de retroalimentación PID | 0 a 100% | 1% | 0% | | 113 |
| 138 | 018A | Tiempo de detección de la pérdida de retroalimentación PID | 0.0 a 25.5 | 0.1s | 1.0 | | 113 |
| 139 | 018B | Selección de control de ahorro de energía (modo de control V/F) | 0,1 | 1 | 0 | | 105 |
| 140 | 018C | Coefficiente K2 de energía | 0.0 a 8500 | 0.1 | (Nota 7) | | 105 |
| 141 | 018D | Limitador inferior del voltaje de ahorro de energía (a 60 Hz) | 0 a 120% | 1% | 50% | | 105 |
| 142 | 018E | Limitador inferior del voltaje de ahorro de energía (a 8 Hz) | 0 a 25% | 1% | 12% | | 105 |
| 143 | 018F | Tiempo promedio de energía | 1 a 200 | $t = 24ms$ | 1 (24ms) | | 107 |
| 144 | 0190 | Límite del voltaje de operación de búsqueda | 0 a 100% | 1% | 0% | | 107 |
| 145 | 0191 | Paso de voltaje de la operación de búsqueda (a 100%) | 0.1 a 100% | 0.1% | 0.5% | | 107 |
| 146 | 0192 | Paso de voltaje de la operación de búsqueda (a 5%) | 0.1 a 10.0% | 0.1% | 0.2% | | 107 |
| 149 | 0195 | Escalamiento de la entrada del tren de pulso | 100 a 3300 | 1 (1 = 10Hz) | 2500 (25kHz) | | 55 |
| 150 | 0198 | Sección de frecuencia de salida del monitor de pulsos | 0,1,8,12,24,36 | — | 0 | | 88 |

| No. | Núm. de registro de transmisión | Nombre | Margén de configuración | Unidad de configuración | Configuración inicial | Configuración del usuario | Página ref. |
|-----------|---------------------------------|--|---|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|
| 151 | 0197 | Selección de detección de tiempo transcurrido | 0 a 4 | 1 | 0 | | 94 |
| 152 | 0198 | Selección de la unidad de la frecuencia de referencia de comunicaciones/monitor de frecuencia | 0, 1, 2, 3 | 1 | 0 | | 94 |
| 153 | 0199 | Dirección esclava | 0 a 32 | 1 | 0 | | 94 |
| 154 | 019A | Selección de la tasa de baudios | 0 a 3 | 1 | 2 | | 94 |
| 155 | 019B | Selección de paridad | 0, 1, 2 | 1 | 2 | | 94 |
| 156 | 019C | Tiempo de espera de envío | 10 a 255ms | 1ms | 10ms | | 94 |
| 157 | 019D | Control RTS | 0, 1 | 1 | 0 | | 94 |
| 158 | 019E | Código de motor (control de ahorro de energía) | 0 a 70 | 1 | (Nota 7) | | 155 |
| 159 | 019F | Límite superior de voltaje de ahorro de energía (a 50Hz) | 0 a 120% | 1% | 120% | | 103 |
| 160 | 01A0 | Límite superior de voltaje de ahorro de energía (a 60Hz) | 0 a 25% | 1% | 16% | | 103 |
| 161 | 01A1 | Ancho de retención de la detección de la energía de la operación de búsqueda | 0 a 100% | 1% | 10% | | 103 |
| 162 | 01A2 | Parámetro de tiempo de filtrado de la detección de energía | 0 a 255 | $t = 4 \text{ ms}$ | 5 (20ms) | | 198 |
| 163 | 01A3 | Ganancia de salida PID | 0.0 a 25.0 | 0.1 | 1.0 | | 113 |
| 164 | 01A4 | Selección de salida de retroalimentación PID | 0 a 5 | 1 | 0 | | 110 |
| 165 | 01A5 | Selección de la protección de sobrecalentamiento para la resistencia de frenado instalada (Nota 9) | 0, 1 | 1 | 0 | | 81 |
| 166 | 01A6 | Nivel de detección de fase abierta de entrada (Nota 9) | 0 a 100% | 1% | 0% | | --- |
| 167 | 01A7 | Tiempo de detección de fase abierta de entrada (Nota 9) | 0 a 255,s | 1,s | 0,s | | --- |
| 168 | 01A8 | Nivel de detección de fase abierta de salida (Nota 9) | 0 a 100% | 1% | 0% | | --- |
| 169 | 01A9 | Tiempo de detección de fase abierta (Nota 9) | 0 a 2,0,s | 0,1,s | 0,0,s | | --- |
| 175 #1 #2 | 01AF | Reducción de la selección de frecuencia portadora a baja velocidad | 0, 1 | 1 | 0 (Nota 10) | | 70 |
| 176 | 01B0 | Selección de copiado de parámetros | rdy,rEd,CPy,vFy,VA,Sno | --- | rdy | | 116 |
| 177 | 01B1 | Prohibición de selección lectura de parámetros | 0, 1 | 1 | 0 | | 117 |
| 178 | 01B2 | Historial de fallas | Almacena, despliega las 4 alarmas más recientes | Configuración no activada | --- | | 35 |
| 179 | 01B3 | Núm. de software | Despliega los 4 dígitos inferiores del núm. de Software | Configuración no activada | --- | | --- |

- Notas:
1. No inicializado por inicialización de parámetros.
 2. El límite superior y la configuración inicial del margen de configuración se duplican en clase 400V.
 3. Cambia dependiendo de la capacidad del inversor. Consulte la siguiente página.
 4. Cambia dependiendo de la capacidad del inversor. Consulte la página 64.
 5. La configuración inicial del modelo con operador JYOP-140 (con potenciómetro) es 0. Se puede establecer la configuración en uno por la inicialización de parámetro.
 6. Cuando cambia la selección del modo de control (n002), la configuración inicial corresponde con modo de control núm 7.
 7. Cambia dependiendo de la capacidad de inversor. Consulte la página 101.
 8. El valor de configuración aplica sólo para los inversores 7.5/10hp (5.5/7.5kW) clase 200/400V.
 9. El valor de los parámetros aplica sólo para los inversores 7.5/10hp (5.5/7.5kW) clase 200/400V.
 10. "1" para inversores 7.5/10hp (5.5/7.5kW) clase 200/400V.

| Núm. | Nombre | Modo de control V / f (n002 = 0) | Modo de control de vector (n002 = 1) |
|------|---|-------------------------------------|---|
| n014 | Frecuencia de salida media | 1.0Hz | 2.0Hz |
| n015 | Voltaje de frecuencia de salida media | 12.0V | 11.0V |
| n016 | Frecuencia de salida mínima | 1.0Hz | 1.0Hz |
| n017 | Voltaje de frecuencia de salida mínima | 12V | 4.3V |
| n104 | Parámetro de tiempo de compensación del torque | 0.3s | 0.3s |
| n111 | Ganancia de compensación de deslizamiento | 0.0 | 1.0 |
| n112 | Parámetro de tiempo de la ganancia de deslizamiento | 2.0s | 0.2s |

* Se duplican los valores con la clase 400V.

Configuraciones iniciales que cambian con la capacidad del inversor

- Trifásico clase 200V

| Núm. | Nombre | Unidad | Configuración de fábrica | | | | | | | | | |
|------|---|----------|--------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| | | | 0.1kW | 0.25kW | 0.55kW | 1.1kW | 1.5kW | 2.2kW | - | 3.7kW | 5.5kW | 7.5kW |
| - | Capacidad del inversor | kW | 0.1kW | 0.25kW | 0.55kW | 1.1kW | 1.5kW | 2.2kW | - | 3.7kW | 5.5kW | 7.5kW |
| n038 | Corriente nominal del motor | A | 0.8 | 1.1 | 1.9 | 3.3 | 5.2 | 6.6 | - | 14.1 | 19.6 | 29.6 |
| n105 | Pérdida de hierro de la compensación del torque | W | 1.7 | 3.4 | 4.2 | 6.5 | 11.1 | 11.3 | - | 19 | 29.9 | 43.9 |
| n108 | Deslizamiento nominal del motor | Hz | 2.5 | 2.6 | 2.9 | 2.5 | 2.6 | 2.9 | - | 3.3 | 1.8 | 1.3 |
| n107 | Resistencia del motor para el modelo monofásico | Ω | 17.99 | 10.28 | 4.573 | 2.575 | 1.233 | 0.8 | - | 0.365 | 0.169 | 0.111 |
| n108 | Inductancia de fugas del motor | mH | 110.4 | 58.08 | 42.21 | 19.07 | 13.4 | 9.31 | - | 8.34 | 4.22 | 2.65 |
| n110 | Corriente sin carga del motor | % | 72 | 73 | 82 | 55 | 45 | 35 | - | 32 | 26 | 30 |

• Monofásico clase 200V

| Núm | Nombre | Unidad | Configuración de fábrica | | | | | | | | | |
|------|--|----------|--------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| - | Capacidad del inversor | kW | 0.1kW | 0.25kW | 0.55kW | 1.1kW | 1.5kW | 2.2kW | - | 3.7kW | 5.5kW | 7.5kW |
| n032 | Corriente nominal del motor | A | 0.6 | 1.1 | 1.9 | 3.3 | 6.2 | 9.5 | - | 14.1 | 21.9 | 33.3 |
| n105 | Pérdida de hierro de la compensación del torque | W | 1.7 | 3.4 | 4.2 | 6.5 | 11.1 | 11.5 | - | 19 | 28.8 | 43.9 |
| n106 | Deslizamiento nominal del motor | Hz | 2.5 | 2.6 | 2.9 | 2.5 | 2.6 | 2.9 | - | 3.3 | 1.5 | 1.3 |
| n107 | Resistencia del motor para el modelo monofásico* | Ω | 17.99 | 10.28 | 4.573 | 2.575 | 1.233 | 0.8 | - | 0.385 | 0.797 | 0.443 |
| n108 | Inductancia de fugas del motor | MH | 110.4 | 58.06 | 42.21 | 19.07 | 13.4 | 9.81 | - | 6.34 | 18.97 | 10.56 |
| n110 | Corriente sin carga del motor | % | 72 | 73 | 62 | 55 | 46 | 35 | - | 32 | 26 | 30 |

• Trifásico clase 400V

| No. | Nombre | Unidad | Configuración de fábrica | | | | | | | | | |
|------|--|----------|--------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| - | Capacidad del inversor | kW | - | 0.37kW | 0.55kW | 1.1kW | 1.5kW | 2.2kW | 3.0kW | 3.7kW | 5.5kW | 7.5kW |
| n032 | Corriente nominal del motor | A | - | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 3.1 | 4.2 | 7.0 | 7.0 | 9.8 | 13.3 |
| n105 | Pérdida de hierro de la compensación del torque | W | - | 3.4 | 4.0 | 6.1 | 11.0 | 11.7 | 19.3 | 19.3 | 28.3 | 43.9 |
| n106 | Deslizamiento nominal del motor | Hz | - | 2.5 | 2.7 | 2.6 | 2.5 | 3.0 | 3.2 | 3.2 | 1.5 | 1.3 |
| n107 | Resistencia del motor para el modelo monofásico* | Ω | - | 41.97 | 19.08 | 11.22 | 5.044 | 3.244 | 1.514 | 1.514 | 0.797 | 0.443 |
| n108 | Inductancia de fugas del motor | MH | - | 224.3 | 189.6 | 80.78 | 53.25 | 40.03 | 24.84 | 24.84 | 18.87 | 10.56 |
| n110 | Corriente sin carga del motor | % | - | 73 | 68 | 52 | 45 | 35 | 33 | 33 | 26 | 30 |

* Los valores de la resistencia línea a línea del motor se configuran en la mitad del valor estándar.

= Los valores entre el modo V/f y el modo control del vector.

SIEMENS

SIRIUS

Halbleiter-Motor-Steuergerät

3RW30/31

AC Semiconductor Motor Controller

Appareil de commande statique de moteur

Aparato estático de mando de motor

Dispositivo di comando motore a semiconduttori

Chave estática semicondutora de partida e parada suave



EN/IEC 60947-4-2

Montageanleitung / Assembly Instructions

Bestell-Nr. / Order No.: 32X1012-0RW30-1AA1

| | | | |
|--|--|---|---|
| | ⚠️ WARNUNG Gefährliche elektrische Spannung! Kann zu elektrischem Schlag und Verbrennungen führen. Vor Beginn der Arbeiten Anlage und Gerät spannungslos schalten. | ⚠️ WARNING HAZARDOUS VOLTAGE. Can cause electrical shock and burns. Disconnect power before proceeding with any work on this equipment. | ⚠️ ATTENTION Tension dangereuse Risque d'électrocution et de brûlure. Isoler cet appareil du réseau avant d'y intervenir pour travaux. |
| | ⚠️ PRECAUCIÓN Tensión peligrosa! Puede causar choque eléctrico y quemaduras. Desconectar la alimentación antes de efectuar trabajo alguno en este equipo. | ⚠️ ATTENZIONE Tensione elettrica pericolosa! Rischio di shock elettrico o ustioni. Prima di eseguire qualsiasi tipo di lavoro, assicurarsi che l'impianto siano scollegati. | ⚠️ AVISO Tensão elétrica perigosa! Pode causar um choque elétrico e queimaduras. Antes de iniciar os trabalhos, desligue a tensão da unidade e do aparelho. |

Alle sichere Gerätertionen sind mit zertifizierten Komponenten gewährt gefertigt!

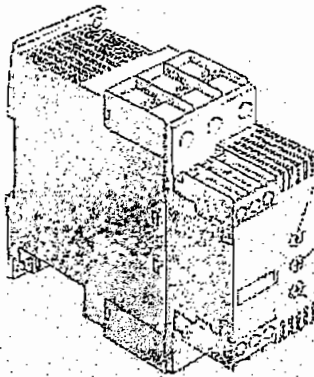
Reliable Unit energy of the equipment is only assured with certified components.

Le fonctionnement sûr de l'appareil n'est garanti qu'avec des composants certifiés.

El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.

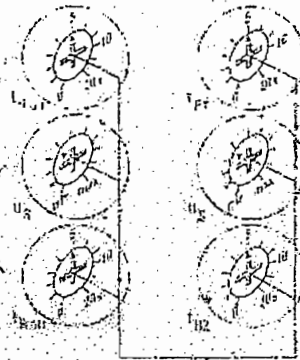
Il funzionamento sicuro dell'apparecchiatura viene garantito soltanto con componenti certificati.

A funcionamento seguro do aparelho apenas pode ser garantido se forem utilizados os componentes certificados.

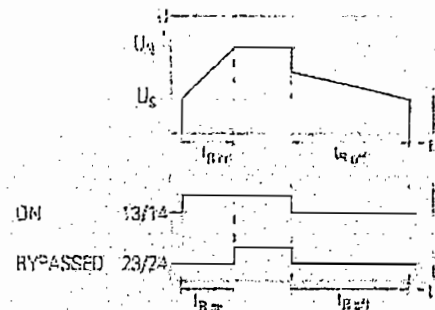


3RW30

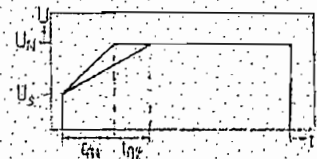
3RW31

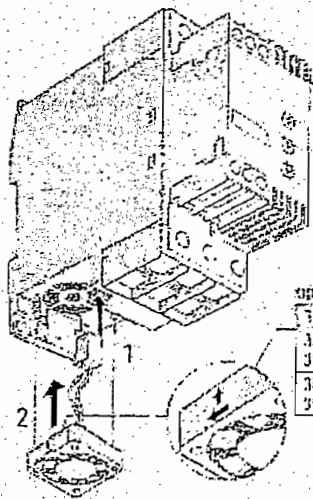


3RW30



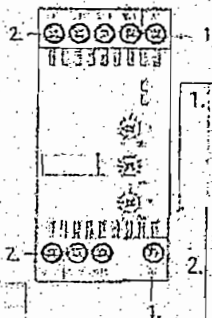
3RW31





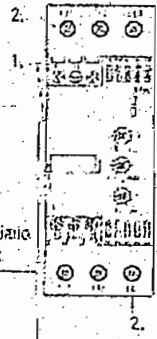
| | | |
|----------|--------|------------|
| optional | 3RW301 | |
| | 3RW302 | 3RW302U-5A |
| | 3RW312 | |
| | 3RW303 | |
| | 3RW304 | 3RW304U-5A |

3RW301.



- 1. A1, A2, N / N0, N3, 14/23, 20.
 - Shunt / Filtragekreis
 - Control circuit / auxiliary circuit
 - Circuit de commande / circuit aux.
 - Circuit de manœuvre / auxiliaire
 - Circuito de comando / circuito auxiliar
 - Circuit de commande / circuit aux.
- 2. A2, N, N1, N2, N3
 - à des bornes
 - Power circuit
 - Circuit principal
 - Circuit principal
 - Circuit principal
 - Circuit principal

3RW302.
3RW303./3RW304.



| | 3RW301. L1 L2 L3 A1/A2; N0/NG | 3RW302. 3RW312. L1 L2 L3 | 3RW303. L1 L2 L3 | 3RW304. L1 L2 L3 |
|-----|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | 48...120mm 18 to 37 in | 2...25mm 18 to 37 in | 2...45mm 27 to 49 in | 4...8mm 16 to 31 in |
| | 2x75...5mm 2x0.75...2.1mm | 2x25mm 2x7.5...5mm | 2x75...16mm | 2x25...16mm |
| | 7x0.5...2x0.4mm | 7x1...2.4mm 2x2.5...0.8mm | 2x75...18mm 2x0.75...2.5mm | 2x25...35mm 2x9...60mm |
| | | 7x1...2.4mm 2x2.5...0.8mm | 2x75...25mm 2x0.75...2.5mm | 2x25...35mm 2x10...70mm |
| AWG | 7x14/16 | 7x14/10 | 2x16/20 1x16/22 | AWG 2x16/10 2x10/20 |

| | | |
|---|---|---|
| ⚠ WARNING Frequently tighten. Absorber le serrage. | ⚠ WARNING Frequent tightening. Evitez de serrer trop fort. | ⚠ ATTENTION Frequent tightening. Inspectez le temps de resserrage. |
| ⚠ AVISO Frequent tightening. Resistencia al tiempo de refrigeración. | ⚠ ATTENZIONE Frequent tightening. Attenzione al tempo di raffreddamento. | ⚠ AVISO Frequent tightening. Observar o tempo de resfriamento. |

| | | |
|---|---|---|
| ⚠ ACHTUNG Der Salt Sinter 3RW3...-1... wurde als Gerät der Klasse A geplant. Bei Personen dieses Produktes in Wohnbereichen besteht die Gefahr von Störungen. | ⚠ ATTENTION The Salt Sinter 3RW3...-1... has been designed for class A equipment. Use of the product in domestic premises may cause radio interference. | ⚠ IMPORTANT Le démarreur progressif 3RW3...-1... est conçu pour être appliqué en classe A. L'utilisation de ce produit dans la domotique peut causer des perturbations radioélectriques. |
| ⚠ ATENCIÓN El arranque suave 3RW3...-1... se diseñó para equipos de clase A. El uso de este producto en entornos domésticos puede ocasionar interferencias. | ⚠ ATTENZIONE L'arrancatore dolce 3RW3...-1... è stato progettato come apparecchiatura della classe A. L'uso in aree residenziali potrebbe essere causa di disturbi radio. | ⚠ ATENÇÃO A chave de partida suave 3RW3...-1... foi construída em termos do dispositivo de classe A. A utilização deste dispositivo em áreas de habitação pode provocar ondas de interferência. |

| | | |
|---|--|--|
| <p align="center">⚠ WARNING</p> <p>Dieses Gerät wurde im Werk sorgfältig geprüft und in Ordnung befunden. Auf dem Transportweg zu Ihnen könnte es U. S. Beanspruchungen aufgetreten sein, auf die wir keinen Einfluss haben.</p> <p>Die Überbrückungsrelais im Hauptstromkreis können sich in einem definierten Schaltzustand befinden.</p> <p>Im Interesse einer vollständigen Sicherheit ist bei der Inbetriebnahme oder nach einem Austausch des SIMUS Sanftstartes ein bestimmtes Vorgehen notwendig:</p> <p>Legen Sie zuerst die Versorgungsspannung an, um die Überbrückungsrelais in einer definierten Schaltzustand zu bringen.</p> <p>Schalten Sie zunächst den Hauptstromkreis ein.</p> <p>Anschließend kann der Motor unbeaufsichtigt eingeschaltet werden und Schläger an Pumpen oder Anlagenteilen her- oder anfahren.</p> | <p align="center">⚠ WARNING</p> <p>This device has been thoroughly tested at the factory and found to be in order. On its way to you, the device may have been exposed to stresses and strains for which we are not responsible.</p> <p>The bypass relays in the main circuit may be in an undefined switching state.</p> <p>In the interest of complete safety, the following procedure is necessary during commissioning or after replacement of the SIMUS soft starter:</p> <p>Apply the supply voltage first to set the bypass relays in a defined switching state.</p> <p>Only then switch on the main circuit.</p> <p>Otherwise, the motor may be unintentionally started and may cause injury or damage to persons or plant components.</p> | <p align="center">⚠ ATTENTION</p> <p>Cet appareil a subi des essais minutieux et a été déclaré en ordre de marche. À la suite de contraintes de transport ou d'altérations dues nous ne pouvant être responsables.</p> <p>Les relais de shuntage dans le circuit principal peuvent se trouver dans une position indéfinie.</p> <p>Dans l'intérêt d'une parfaite sécurité, la démarche suivante est nécessaire lors de la mise en service et après un remplacement du démarreur progressif SIMUS :</p> <p>Appliquez d'abord la tension d'alimentation pour mettre les relais de shuntage dans le position définie.</p> <p>Ensuite, seulement, terminez le circuit principal.</p> <p>Sans cette précaution, le moteur peut démarrer intentionnellement et causer des blessures aux personnes ou des dommages matériels.</p> |
| <p align="center">⚠ AVISO</p> <p>El aparato ha sido ensayado en la fábrica y se encontró adecuado. En el transporte es difícil que pueda haber sido expuesto a influencias extrañas que nos sean responsables.</p> <p>El relé de bypass del circuito principal puede estar en un estado de conexión no definido.</p> <p>Para obtener una completa seguridad es necesario seguir el siguiente procedimiento durante la puesta en marcha o en la sustitución de un amarrador a un SIMUS:</p> <p>En primer lugar aplicar la tensión de alimentación para poner el relé de retardo en un estado de conexión definido.</p> <p>Solo entonces conectar el circuito principal.</p> <p>De lo contrario el motor puede ser activado intencionalmente y provocar daños y lesiones a personas y componentes de la instalación.</p> | <p align="center">⚠ ATTENZIONE</p> <p>L'apparecchio è stato esaminato attentamente in fabbrica e risulta regolare. Durante il trasporto dal fabbricante all'utente, l'apparecchio può aver subito influenze esterne con cui non abbiamo alcuna influenza.</p> <p>Il relé di paricircuito nella circuito principale può essere in una posizione indefinita.</p> <p>All'insediamento, durante la messa in servizio o dopo la sostituzione dell'avvitatore con il SIMUS, è necessario attenersi al seguente procedimento:</p> <p>Adattare anzitutto la tensione di alimentazione per portare il relé di ritardo in una posizione di chiusura definita.</p> <p>Quindi inserire il circuito principale.</p> <p>Altrimenti potrebbe infatti esserci un accensione intenzionale e causare danni a persone o a parti dell'impianto.</p> | <p align="center">⚠ AVISO</p> <p>Após um exigente contro-ensaios fabrica, o dispositivo foi encontrado adequado. No transporte é difícil que possa ter sido exposto a influências estranhas que não sejam responsáveis.</p> <p>O relé de barra, no circuito principal, poderá estar num estado de chaveamento indefinido.</p> <p>No interesse de uma total segurança deve-se, durante a colocação em funcionamento ou após a substituição do chuveirador por um SIMUS proceder ao seguinte modo:</p> <p>Proceda primeiro à conexão da tensão de alimentação, de modo a ajustar o relé de ponte num estado de chaveamento definido.</p> <p>Proceda então à conexão do circuito principal.</p> <p>Caso contrário, o motor pode ser ativado intencionalmente e provocar danos nos componentes da unidade e ferimentos nas pessoas.</p> |

3RW30

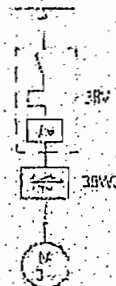
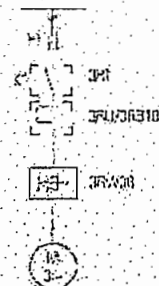


3RW301



3RW302/3RW312/3RW303

3RW304



ANEXO 10

NX Series

Process Temperature Controller

INSTRUCTION MANUAL

4 SPECIFICATION

1) INPUT

| | |
|--|--|
| Input | Thermocouple: K, J, E, T, R, S, B, C, N, W, WP, S-35, PL-11 P.T.D.: Pt: 100.0, KFE: 210 Direct voltage: 1~2V, 1~5mV, 2~20mV (Programmable scale type) |
| Sampling time | 250ms |
| Input resolution | 32768 (1 bit of measurement) |
| Input impedance | P.T.D. and mV input: 10M Ω min., 20M Ω max. |
| Load amp. transfer resistance | P.T.D.: 1.2k Ω max. / wire |
| Input tolerance voltage | $\pm 1\%$ (T/C, P.T.D. voltage: 5mV DC) $\pm 2\%$ (Voltage: 2V DC) |
| Noise removal rate | HWFB (normal mode): 40dB min. CWFB (common mode): 120dB min. (500kHz: 1Hz) |
| Stability | T/C, P.T.D.: 48, 1EC, 0% |
| Steady state junction temp. compensation tolerance | $\pm 1.5^\circ\text{C}$ (15~35 $^\circ\text{C}$), $\pm 2.0^\circ\text{C}$ (0~50 $^\circ\text{C}$) |
| Burn-out | T/C: OFF, LowDown detectable P.T.D.: 1p scale (Detection current: 50mA) |
| Accuracy | $\pm 0.5\%$ (Fu scale) |
| Input range | Error is input signal and measurement range. T/C and P.T.D. are changeable with range of input signal and measurement range. Voltage: min. voltage and max. voltage are available with range of measurement. Scaling available. |

2) OUTPUT

1) ALARM (FBA OUTPUT)

| | |
|----------------------|--|
| Probe contact output | Contact capacity: 240VAC 1A, 30V DC 1A (resistive load) 200 (max. 1A) Output points: Refer to Terminal Arrangement |
| Heater break alarm | Start: 1 point (32, 132, 161, 162, 163, 164) Current measurement range: 20, 1~50A (resolution: 0.5A, 4584 μA min. of F.B.A.) Alarm output:Selectable in Alarm type. Description: 0~100% of max. range - FBA is available when ON/OFF control or proportional output (i.e., when current output or locking control, FBA is not available) - Break detection is not possible in 0.2 sec. when output on. |

2) RETRANSMISSION OUTPUT

| | |
|----------------|---|
| Current output | Current output range: 4~20mA DC Circuit load: 500 Ω max. Accuracy: $\pm 0.5\%$ of max. scale (1~20mA range) Resolution: Approx. 3,000 Output mode: P-P (max. of scale) (50Hz) Sampling: 250ms |
|----------------|---|

② CONTROL OUTPUT

| | |
|--------------------------|---|
| Relay contact output | <p>Contact capacity: 250VAC 3A, 30VDC 3A (resistive load)</p> <p>Contact: 1C</p> <p>Output operation: P.I.D control ON/OFF</p> <p>Proportional cycle: 1~1000 sec.</p> <p>Output limit: 0.0~100.0% range, higher limit(HL) or lower limit(LL) selectable (valid when AT)</p> <p>ON/OFF hysteresis: 0~100% (Full scale)</p> <p>Time resolution: 0.1% or 10mS</p> |
| SSR drive voltage output | <p>ON voltage: 24VDC (max)/resistive load (500Ω min., 30mA limit when short)</p> <p>OFF voltage: 0.1VDC (max.)</p> <p>Proportional cycle: 1~1000 sec.</p> <p>Output operation: P.I.D control</p> <p>Output limit: 0.0~100.0% range, higher limit(HL) or lower limit(LL) selectable (valid when AT)</p> <p>Time resolution: 0.1% or 10mS</p> |
| Current output | <p>Current output range: 4~20mA DC</p> <p>Resistive load: 500Ω (max.)</p> <p>Accuracy: $\pm 0.5%$ of full scale (1~20mA range), Resolution: Approx. 3.000</p> <p>Output ripple: 0.3% P-P of max. scale (250Hz)</p> <p>Sampling time: 250mS</p> <p>Output operation: P.I.D control</p> <p>Output limit: ± 0~105.0% range, higher limit(HL) or lower limit(LL) selectable (valid when AT)</p> |

③ FUNCTION

| | |
|----------------------------|---|
| Measurement input | <p>Input correction (Elev): -100.0~100.0% for instrument range</p> <p>Scaling: According to SH, SL of measurement range</p> <p>Filter: OFF, 1~120 sec.</p> |
| Control | <p>3 settings (SV1, SV2 and SV3) and P.I.D setting each</p> <p>Auto tuning: According to set value (Standard type, Low PV type)</p> <p>Proportional Band: 0.1~999.9% (Max. range), 1.0~999.9% (when heating-cooling control)</p> <p>Integral Time: OFF, 1~6000 sec.</p> <p>Derivative Time: OFF, 1~6000 sec.</p> <p>ON/OFF control: By selecting output code (OT) "0"</p> <p>P.I.D selection: Zone PID/Signaled PID selectable</p> <p>Manual Reset: ± 5.0~125.0% of output (valid when \neq OFF)</p> <p>Direct / Reverse action: Changeable by parameter</p> <p>Preset output limit: ± 5.0~105.0% of output value, 0.0~105.0% when heating-cooling control</p> <p>ON/OFF hysteresis (HYS): 0.0~300.0% of instrument range (valid when ON/OFF control)</p> <p>Heating-Cooling hysteresis: -100.0~50.0% of output value</p> <p>A.R.W.(Anti Reset Wind-up): AUTO, 0.0~200.0%</p> <p>Filter: Selection ON/OFF by parameter</p> |
| 4 to 8 transmission output | <p>Signal: Process value (PV), Set value (SV), Output value (MV)</p> <p>Scaling: PV, SV</p> |
| Alarm output | <p>Set point: Refer to terminal arrangement.</p> <p>Multi-alarm: High/Low process alarm, High/Low deviation alarm, Hold function of alarm, reset break alarm (R.B.A)</p> <p>Setting range: Process alarm ± 0~100% of instrument range Deviation alarm ± 0~100% of instrument range</p> <p>Alarm hysteresis: 0.0~100.0% of instrument range</p> |

4) OPERATING ENVIRONMENT

| | |
|----------------------------------|---|
| Installation environment | Continuous vibration (S-1149): Forward width (2mm max, (20-50Hz): 4.9% (0.5G) max. Vibration: 14.7% (1.5G), 12 sec. max. (each 3 directions) Shock: 14.7% (1.5G), 11ms/acc. max. (6 direction easy 3 times) Power output: Page 11, 12. |
| Normal operating condition | Ambient temperature: 0-50°C Ambient humidity: 20-90%RH (no condensation) Influence of magnetic: 400A/m max. Warranty time: 50,000 hrs. |
| Influence of ambient temperature | F.T.C. Voltage input: $\pm 1\%/^{\circ}\text{C}$ or $\pm 0.01\%/^{\circ}\text{C}$ of Max. range P.T.C. input: $\pm 0.05\%/^{\circ}\text{C}$ max. Analog output: $\pm 0.05\%/^{\circ}\text{C}$ max. (continuous output) |

5) STORAGE CONDITION

| | |
|---------------------|------------------------------|
| Storage temperature | -25-+50°C |
| Storage humidity | 5-95%RH (no condensation) |
| Shock | 1M max. in packing condition |

6) STRUCTURE

| MODEL | EXTERNAL DIMENSION | PROTECTION | WEIGHT | MATERIAL |
|-------|--------------------------|------------------|--------|--------------------|
| 1001 | 48(W) x 24(H) x 100(D)mm | IP 55 front face | 34g | Plastic case (ABS) |
| 1002 | 48(W) x 35(H) x 100(D)mm | | 342g | |
| 1003 | 36(W) x 48(H) x 100(D)mm | | 340g | |
| 1004 | 48(W) x 48(H) x 100(D)mm | | 342g | |
| 2007 | 72(W) x 72(H) x 100(D)mm | | 345g | |
| 1001 | 56(W) x 35(H) x 100(D)mm | | 472g | |

7) POWER SUPPLY

| | | |
|-------------------------|---|--|
| Power supply | 100-200VAC (50-60Hz) | 230V AC + DC will be available in Mar. 2000. |
| Frequency | 50/60Hz | |
| Power consumption | (Max. at 230V, 10VA max.) | |
| Insulation resistance | Between primary terminal and secondary terminal: DC 500V, 20MΩ min. Between primary terminal and ground: DC 500V, 20MΩ min. Between ground and secondary terminal: DC 500V, 20MΩ min. | |
| Dielectric strength | Between primary terminal and secondary terminal: 1,300VAC 50/60Hz for 1 min. Between primary terminal and ground: 1,300VAC 50/60Hz for 1 min. Between F-0 and secondary terminal: 1,500VAC 50/60Hz for 1 min. | |
| Power supply for sensor | 24VDC (30mA) (But, it is not available in retransmission output) | |

8) SAFETY AND EMC STANDARDS

| | |
|------------------|--|
| Safety standards | IEC1010-1-1990 and EN61010-1-1992, CAT. I, IEC1010-1, and UL508. |
| EMC Standards | EN55011 Class A, Group 1, EN51000-3-2, EN51000-3-1 for emission(EMI) and EN50082-1-1995 for immunity(EMS). (The indicator continuously operates within a measuring accuracy of $\pm 20\%$ of the range.) |

9) INTERFACE

| | |
|------------------------|---|
| Standard | ISA-PC-285 |
| Communication address | 0~31 (1~30 setting available) |
| Communication method | 2 wire half duplex or 4 wire full duplex |
| Synchronization | Start-stop synchronous mode |
| Communication sequence | None |
| Communication distance | 1.2km max. |
| Communication speed | 600, 1200, 2400, 4800, 9600 BPS (Speed is changeable by parameter) |
| Start bit | 1 BT |
| Data bit | 7 or 8 BIT |
| Parity bit | None, even numbers, odd numbers |
| Stop bit | 1 or 2 BT |
| Communication protocol | PC LINK WITHOUT SUM(I), PC LINK WITH SUM(I) |
| Response time | Reception treatment time + (Response time × 15%) |

10) INPUT SIGNAL and MEASUREMENT RANGE

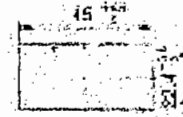
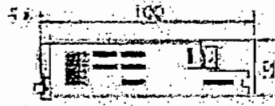
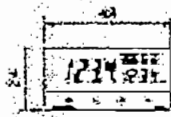
| Input type (Input signal) | Input code | Range (°C) | Range (°F) | Accuracy | Remarks | |
|---------------------------|------------|------------|---|--------------|---|--|
| Thermocouple (T.C.) | K #2 | 1 | -200~1370 | -300~2500 | ±0.5% of F.S. ±1digit | <ul style="list-style-type: none"> F.S. is display value - minimum value of each AD/DC Dist. & minimum value of display 1 0~400°C ±10% of F.S. ±1digit 2 0°C and below ±1.0% of F.S. ±1digit 3 -150.0~150.0°C (with) ±3.0% of F.S. ±1digit |
| | K #2 | 2 | -135.9~999.9 | 0~2300 | | |
| | J #2 | 3 | -135.9~999.9 | -300~2300 | | |
| | E #2 | 4 | -135.9~999.9 | -300~1800 | ±0.5% of F.S. ±1digit | |
| | I #2 | 5 | -150.5~400.0 | -500~750 | | |
| | I #2 | 6 | 0~1300 | 32~2400 | | |
| | S #1 | 7 | 0~1300 | 32~2400 | ±0.5% of F.S. ±1digit | |
| | S #1 | 8 | 0~1300 | 32~2400 | | |
| | L #2 | 9 | -199.9~900.0 | -300~1600 | | |
| | H #2 | 10 | -200~1300 | -300~2400 | ±0.5% of F.S. ±1digit | |
| | U #2 | 11 | -299.9~400.0 | -300~750 | | |
| | W #2 | 12 | 0~2300 | 32~2400 | | |
| | Parameter | 13 | 0~1300 | 32~2400 | ±0.5% of F.S. ±1digit | |
| R.T.D | KSP100 #3 | # 20 | -199.9~500.0 | -199.9~999.9 | | |
| | DP100 #3 | # 21 | -199.9~540.0 | -300~1180 | | |
| Direct voltage (VDC/mVDC) | 1~5V | 30 | 1~5V | | ±0.5% of F.S. ±1digit | |
| | 10~30mV | 31 | 10~30mV | | | |
| | C~100mV | 32 | C~100mV | | | |
| Direct voltage (mA) | DC 4~20mA | # 32 | # When using current input use the resistor 250Ω 0.1% on input terminal. | | <ul style="list-style-type: none"> 20 → KPt100 21 → DP100 | |

5

DIMENSIONS & PANEL CUTOUT

1) NX1 (48×24mm)

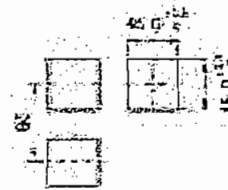
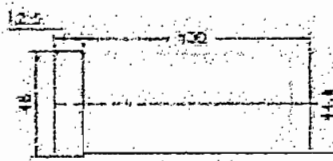
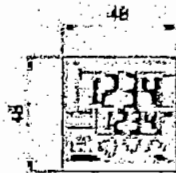
● Panel cutout



{Unit: mm}

2) NX4 (48×48mm)

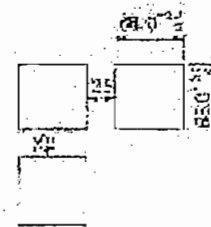
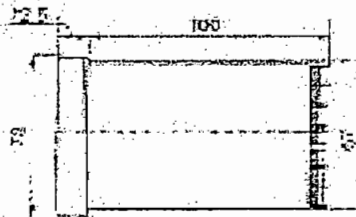
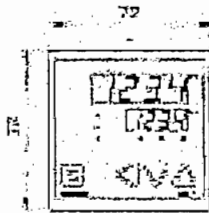
● Panel cutout



{Unit: mm}

3) NX7 (72×72mm)

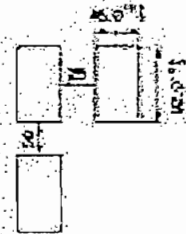
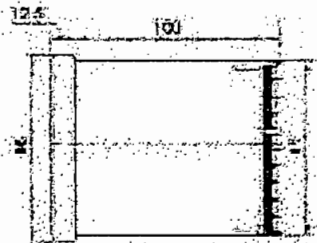
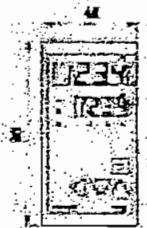
● Panel cutout



{Unit: mm}

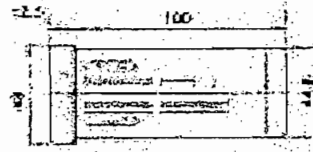
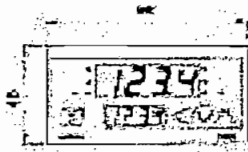
4) NX2 (48×96mm)

● Panel cutout

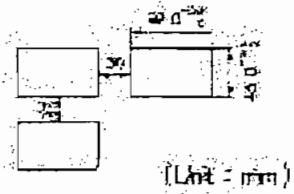


{Unit: mm}

5) NX3 (96 × 48mm)

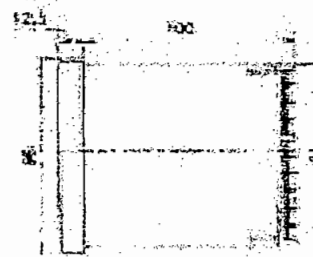
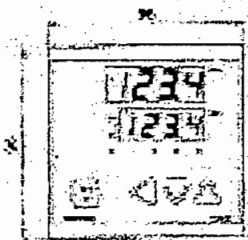


• Panel cutout

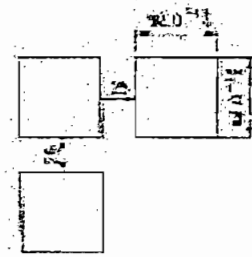


[Unit : mm]

6) NX9 (96 × 96mm)

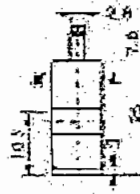
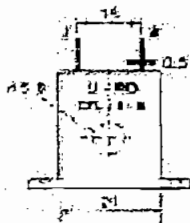


• Panel cutout

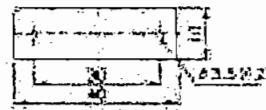


[Unit : mm]

7) CURRENT TRANSFORMER (Model: CTL-6-S)



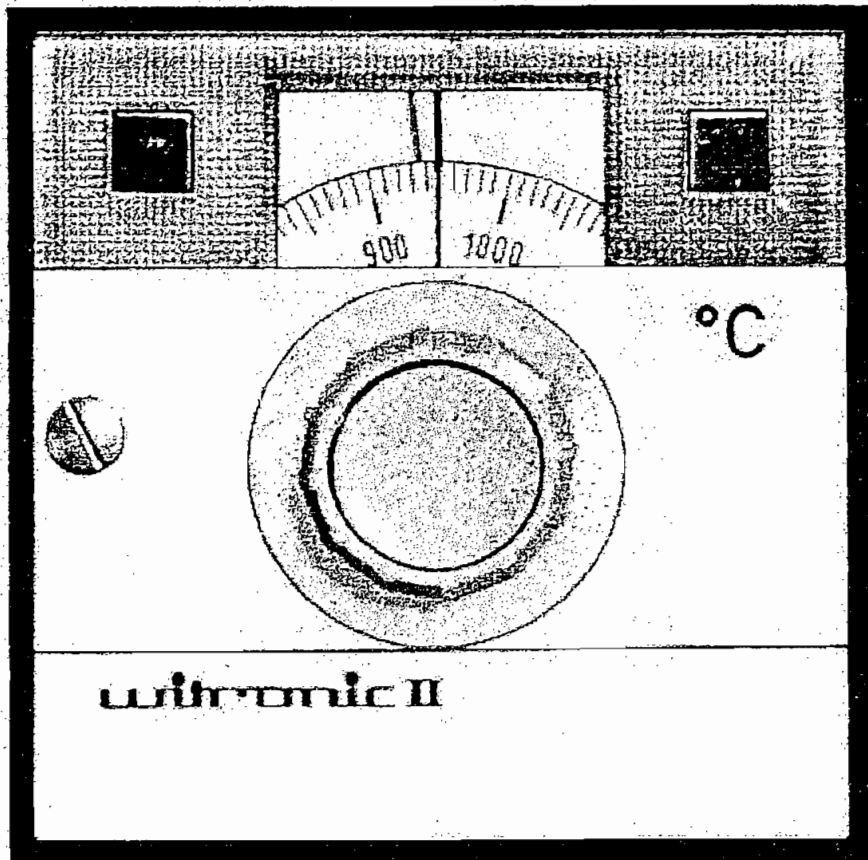
• Panel cutout



[Unit : mm]

Witronic II

Dreipunkt-Schrittregler
Three-Position Stepping Controller
Régulateur trois-plages pas à pas



Bedienungsanleitung
Operating Instructions
Mode d'emploi
4012 150 51152

8045



PHILIPS

ENGLISH

Input, ratio controller

D.c. current:

Primary variable $x_1 = 0 \dots 20$ mA into 10Ω
or $4 \dots 20$ mA into 13Ω
Secondary variable $x_2 = 0 \dots 20$ mA into 10Ω
or $4 \dots 20$ mA into 13Ω

Ratio adjustment x_1/x_2 :

0.5 ... 2, adjustable with knob on front of controller. Adjustment tamper-proof.

Zero shift of x_1 :

adjustable from $0 \dots \pm 4$ mA (or $0 \dots \pm 3.2$ mA) by connecting a resistor of $0 \dots 1000 \Omega$. (see section 3.6.)

Input, null-balance controller

D.c. voltage:

$-15 \dots 0 \dots +15$ mV from external comparator. Maximum source impedance $\leq 200 \Omega$.

Zero shift:

$-5 \dots 0 \dots +5$ mV, adjustable from front of controller. This bias voltage is added to the input voltage.

Output:

2 relays

Contacts:

single-pole, not connected to mains. Built-in arc suppression.

Contact rating:

≤ 500 VA, ≤ 250 V \sim , ≤ 3 A \sim .

Additional voltage output T:

20 V $\pm 10\%$ at a load of 20 mA, 22 mA max. can withstand short circuiting (only on versions for thermocouple, current/voltage and ratio input; $2 \times 0 \dots 20$ mA).

For the version with additional signalling contact:

relay contacts not connected to mains

Contact rating:

≤ 500 VA, ≤ 250 V \sim , ≤ 2 A \sim

Adjustable from $\pm 0.5 \dots \pm 20\%$ of span above set-value (high limit signalling)

If the adjusted signalling point is exceeded, the signalling relay is de-energized. Supply voltage failure results in the same signal (fail-safe).

By changing a soldered connection the limit contact acts from $-0.5 \dots -20\%$ of span below set-value (low limit signalling). Adjustment range then $-0.5 \dots -20\%$.

If the process value falls below the adjusted signalling point, the signalling relay is de-energized.

| | |
|------------------------------------|--|
| Electronics: | Fully transistorized. |
| Set-value: | Adjustable with tamper-proof knob on front panel. |
| Scale: | 185 mm length, graduated in °C (thermocouple and resistance thermometer versions) or 0...100% (d.c. current and voltage and resistance transmitter versions). Scale of ratio controllers marked 0.5...2. |
| Process variable indicator: | Within ± 6.5% of set-point, the value of the process-variable can be read off. |
| Signal lamps: | Two; one orange and one red. Indicate control state of relays. |
| Control modes: | |
| Proportional band: | $X_p = 2...200\%$ of range with set-value controllers, and of 20 mA (16 mA) with ratio controllers or of 30 mV with null-balance controllers. X_p adjustable in 12 steps. |
| Integral action time: | $T_i = 12...600$ seconds (adjustable in 6 steps) |
| Performance: | All values given for nominal conditions of 20°C, 220 V, 50 Hz. Tolerance percentages refer to full span. |
| Switching hysteresis: | $X_{sd1} = 0.2\%$ $X_{sd2} = 0.2\%$ |
| Neutral zone: | $X_{SN} = 0.5...6.5\%$, symmetrical to set-point and adjustable. |
| Set-point accuracy: | Error between control point; X_{SM} of neutral zone and set-point: Set-value controller: $\frac{\Delta}{\text{span}}$ 1% Ratio controller: $\frac{\Delta}{\text{span}}$ 1% Null-balance controller: $\frac{\Delta}{\text{span}}$ 1% |

ENGLISH

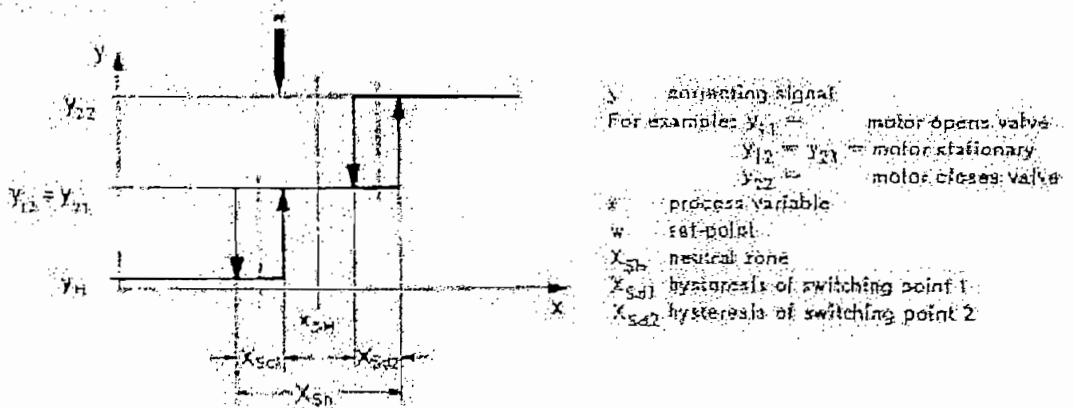


Fig. 4 Static characteristics of the three-position stepping controller

Controllers with cold junction temperature compensation have an additional error of:

$\leq 1^\circ\text{C}$ per 10°C change

Effects of temperature and voltage:

Temperature effect on amplifier drift:
Voltage effect:

$\leq 50 \mu\text{V}$ per 10°C change
 $\leq 0.2\%$ per 10% change

Mains supply:
Consumption:

110/115/220 V $\pm 10\% - 15\%$, 48 ... 62 Hz
 approx. 5 VA

Permissible ambient temperature:

0 ... 60°C

Mounting position:

not critical

Case:

for front panel mounting

Front dimensions:
Depth behind panel:

96 mm x 96 mm to DIN 43700
 170 mm

ENGLISH

3. OPERATION

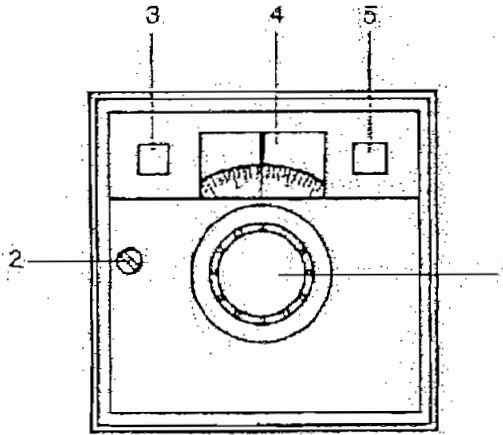


Fig. 10 Front view

- 1 Set-value adjustment
- 2 Retaining screw
- 3 Red signal lamp
lights up when process variable
< set-value
- 4 Scale and indicator
- 5 Orange signal lamp
lights up when process variable
> set-value

3.1. Adjusting the control modes

After releasing the screw (2, Fig. 10), the controller can be drawn forward, giving access to the adjusting potentiometers (see Fig. 11). In this position the controller remains in operation.

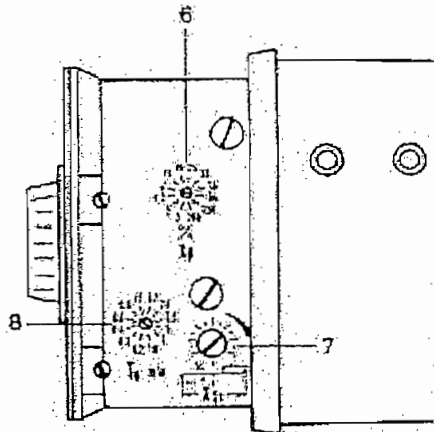


Fig. 11
Adjusting the control modes

- 6 Potentiometer for proportional band X_p
- 7 Potentiometer for adjusting neutral zone
- 8 Potentiometer for integral action time T_n (minutes)

6. ANSCHLUSSPLAN

CONNECTING DIAGRAM

PLAN DE RACCORDEMENT

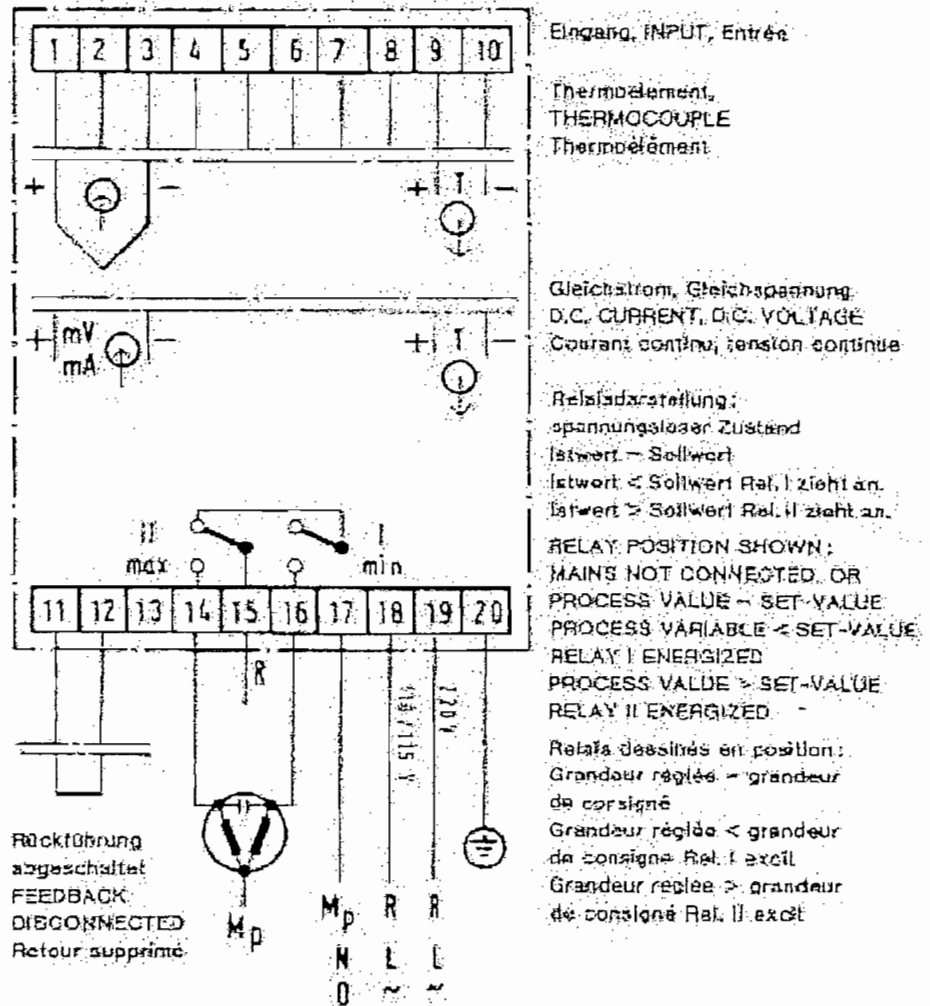


Fig. 19 4012.150 72951

Anschlußplan des WITRONIC-II-Dreipunkt-Schrittreglers
Eingang Thermoelemente, Gleichstrom/Gleichspannung

Connecting diagram for WITRONIC II three-position controller
for input from thermocouples, d. c. voltage/current

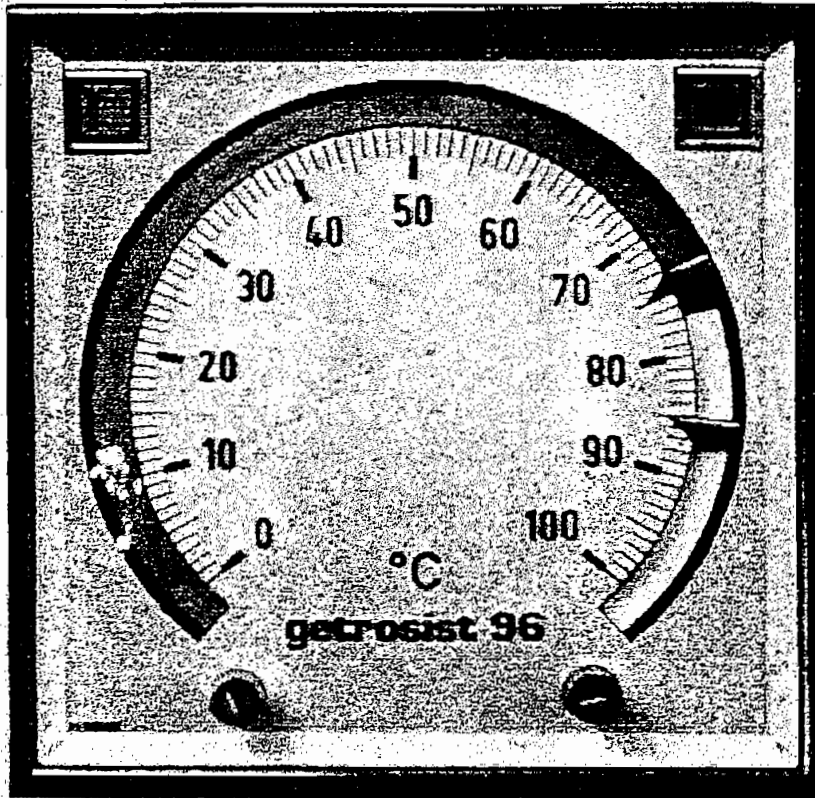
Plan de raccordement du régulateur WITRONIC-II
pour entrée par thermocouple, tension ou courant continu

Getrosist 96

Anzeiger und Grenzsinalgeber

Indicator and Limit signaller

Indicateur et émetteur de signaux limites



Bedienungsanleitung
Operating Instructions

Mode d'emploi

4012 150 51591

2524 100 10
Philips Industrie
Eindhoven, Nederland

8061



PHILIPS

ENGLISH

2.3. Technical Data

INPUT

| | |
|-----------------------------|--|
| Thermocouples: | Fe-Const NiCr-Ni PtRh-Pt Thermovoltages to DIN 43 710 |
| Input span: | $\geq 15 \text{ mV} \dots \leq 50 \text{ mV}$ |
| Range suppression: | a) $0 \dots \pm \leq 40 \text{ mV}$ b) but not more than input span |
| Input resistance: | $\geq 100 \text{ k}\Omega$ |
| Lead resistance adjustment: | not necessary, with an external resistance $R_a \leq 100 \Omega$ |
| Error introduced by R_a : | $\frac{0.2 \text{ mV}}{100 \Omega}$ |
| Thermocouple connection: | via compensating lead corresponding to thermocouple type |
| Temperature compensation: | |
| Internal: | built-in, reference temperature 20°C , connection via terminals 1 and 2 |
| External: | reference temperature 50°C connection by means of Cu wire to terminals 3 and 4 |
| TC-break protection: | built-in |
| Response: | approx. $\frac{2 \text{ mV}}{\text{k}\Omega} \cdot R_a$ ($R_a =$ external resistance) |
| Operation: | upscale action; indicator runs towards 100% ; output relays act as if measured value $>$ set-value ($R_a = \infty$) |

D.c. voltage:

Input span:

Range suppression:

Input resistance:

Permissible source impedance:

Effect of source impedance:

mV input

$\geq 15 \text{ mV} \dots \leq 1000 \text{ mV}$

a) $0 \text{ mV} \dots \pm \leq 40 \text{ mV}$

b) but not more than input span

$\geq 1 \text{ M}\Omega$

$\leq 100 \Omega$

$$\text{max. } \frac{1.5 \cdot 10^{-3} \text{ mV} \cdot R_s [\Omega] \cdot 100}{\Omega \cdot U_B [\text{mV}]} [\%]$$

D.c. voltage

Input span

Span start:

Current requirement:

Input resistance:

Effect of source impedance:
(related to measured value)

V input

$\geq 1 \text{ V} \dots \leq 10 \text{ V}$

0 V

0.5 mA

$$R_{in} [\text{k}\Omega] = \frac{U_B [\text{V}]}{0.5 \text{ mA}}$$

$$\frac{0.5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot R_s [\Omega] \cdot 100}{U_B [\text{V}]} [\%]$$

$U_B [\text{V}] = \text{span}$

$R_s [\Omega] = \text{source impedance}$

D.c. current:

Input span:

Range suppression:

Input resistance:

with voltage requirement
of 30 mV

$\geq 1 \text{ mA} \dots \leq 50 \text{ mA}$

from 0 mA up to $\pm \leq 100 \%$
of span

$$R_{in} [\Omega] = \frac{30 \text{ mV}}{I_{max} [\text{mA}]}$$

| | |
|------------------------------------|---|
| Resistance thermometer: | Temperature-difference measurement with 2 x Pt100 DIN |
| Span of temperature difference: | $\geq 20 \Omega$... $\leq 100 \Omega$ (corresponds to 50 ... 270 °C approx.) |
| Reference point: | selectable 0 ... 300 °C |
| Thermometer current: | 1 mA |
| Connection: | both resistance thermometers in two-wire connection |
| <i>Lead resistance adjustment</i> | |
| Two-wire connection: | not necessary if both thermometers have a lead resistance of $R_L \leq 15 \Omega$ |
| Potentiometric transducer | |
| Measuring principle: | bridge circuit supplied with constant current |
| <i>Measuring limits</i> | |
| Total resistance: | $\leq 800 \Omega$ |
| Range of resistance change: | $\Delta R \leq 90 \dots 500 \Omega$ |
| Condition: | equal fixed resistances either side of ΔR range |
| Current through transducer: | 1 mA |
| <i>Lead resistance adjustment:</i> | not necessary if all leads have an equal resistance of $\leq 15 \Omega$ |

ENGLISH

OUTPUT

Output relays

Number of relays:

one or two, depending on version

Type of relay:

with potential-free changeover contact

Relay function:

relay is de-energized when limit is reached

(fail-safe operation)

Arc suppression:

built-in (RC circuit)

Contact rating:

≤ 500 VA

≤ 250 V a.c.

≤ 3 A

Contact material:

Ag/Cd oxide

Fuse for load circuit:

6 A, slow acting

POWER SUPPLY

Supply voltage:

110/115 V a.c.

220 V a.c.

Voltage tolerance:

+ 10 % ... - 15 %

Mains frequency:

48 ... 62 Hz

Power consumption:

8 VA approx.

Power supply effect:

≤ 0.2 %/10 %

change in supply voltage

ENGLISH

LIMIT CONTACT ADJUSTMENT

| | |
|--|---|
| Number of adjusters: | one or two |
| Adjustment method: | with knurled knob on front panel or with screwdriver (tamper-proof) |
| Adjustment range | |
| Instruments with one contact: | 0 ... 100 % of span |
| Instruments with two contacts: | |
| Left-hand adjuster: | 0 ... 96,5 % of span |
| Right-hand adjuster: | 3,5 ... 100 % of span |
| Separation between adjusters: | min. 3,5 %, max. 96,5 % (limited mechanically) |
| Errors (limit contact adjusters) | |
| Adjustment error: | $\leq 1,0$ % of span |
| Resolution: | $\leq 0,1$ % of span |
| Reproducibility: | within 0,3 % of span |
| Mutual effect of limit contact adjusters: | $\leq 0,1$ % of span |

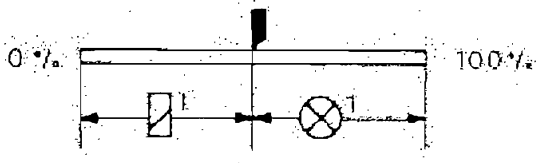
ENGLISH

2.5.4. Relay and lamp function

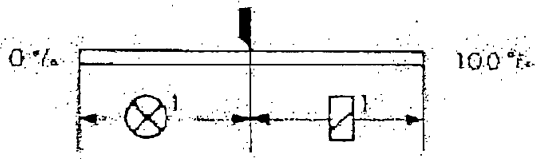
The GETROSIST 96 indicator is fitted with a white lamp on the front panel which indicates that the indicator is operational.

The GETROSIST 96 limit signaller is fitted with one or two orange signal lamps on the front panel which indicate the state of the output relay(s) as follows:

a) Limit signaller with one contact

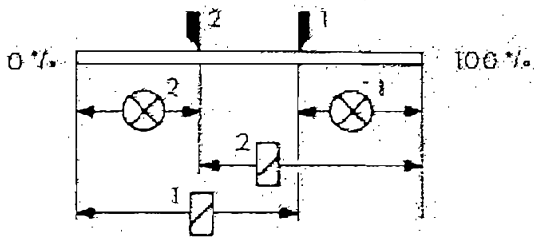


Version 9404 411 31 ... 1
High alarm, orange lamp

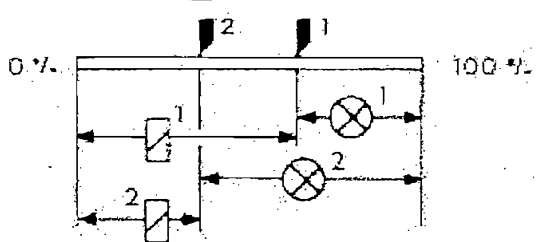


Version 9404 411 32 ... 1
Low alarm, orange lamp

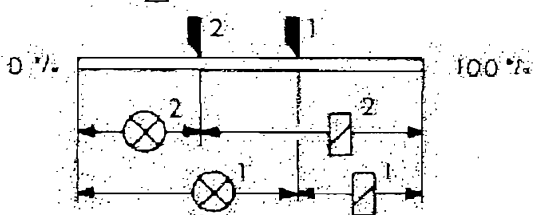
b) Limit signaller with two contacts



Version 9404 411 33 ... 1
Trigger point 1: high alarm
Trigger point 2: low alarm
orange lamps



Version 9404 411 34 ... 1
Trigger point 1: high alarm
Trigger point 2: high alarm
orange lamps



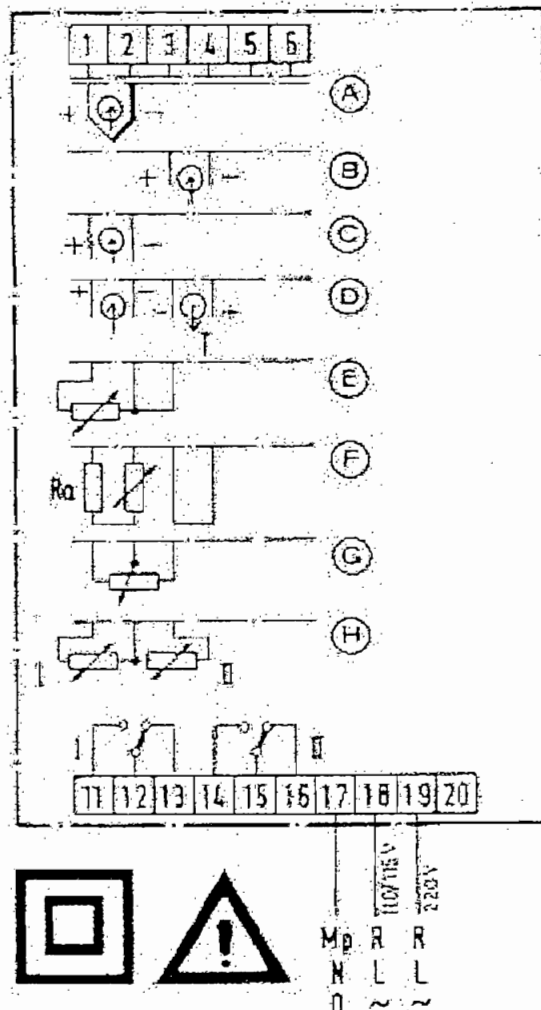
Version 9404 411 35 ... 1
Trigger point 1: low alarm
Trigger point 2: low alarm
orange lamps

Fig. 9 Relay and lamp function of GETROSIST 96

7.3. Grenzsinalgeber mit zwei Grenzkontakten

Limit signaller with two contacts

Emetteur de signaux limites à deux contacts limites



Relaisdarstellung: Relais abgefallen (spannungsloser Zustand).
 RELAY POSITION SHOWN: RELAY DE-ENERGIZED (MAINS NOT CONNECTED).
 Relais dessiné en position: relais rstombé (hors tension).

Fig. 17 4012 150 73551

Anschlußplan GETROSIST 96
 Grenzsinalgeber mit zwei Grenzkontakten

Connecting diagram GETROSIST 96
 Limit signaller with two contacts

Plan de raccordement GETROSIST 96
 Emetteur de signaux limites à deux contacts limites

Eingang
Input
Entrée

- (A) Thermoelemente an eingebaute Temperaturkompensation (Bezugstemperatur 20 °C)
THERMOCOUPLES WITH BUILT-IN TEMPERATURE COMPENSATION
(REFERENCE TEMPERATURE 20 °C)
Thermocouples avec compensation de température incorporée (température de référence 20 °C)
- (B) Thermoelemente über externe Temperaturkompensation (Bezugstemperatur 50 °C)
THERMOCOUPLES WITH EXTERNAL TEMPERATURE COMPENSATION
(REFERENCE TEMPERATURE 50 °C)
Thermocouples avec compensation de température externe (température de référence 50 °C)
- (C) Gleichspannung / Gleichstrom
D.C. VOLTAGE / D.C. CURRENT
Tension continue / courant continu
- (D) Gleichstrom 4...20 mA T: Speisespannung für Zweileiter-Meßumformer
DIRECT CURRENT 4...20 mA T: SUPPLY VOLTAGE FOR TWO-WIRE TRANSMITTER
Courant continu 4...20 mA T: tension d'alimentation pour transmetteur à deux fils
- (E) Widerstandsthermometer in Dreileiterschaltung
RESISTANCE THERMOMETER IN THREE-WIRE CONNECTION
Thermomètre à résistance en circuit trois fils
- (F) Widerstandsthermometer in Zweileiterschaltung ($R_s = 10 \Omega$)
RESISTANCE THERMOMETER IN TWO-WIRE CONNECTION ($R_s = 10 \Omega$)
Thermomètre à résistance en circuit deux fils ($R_s = 10 \Omega$)
- (G) Widerstandsfertgeber / POTENTIOMETRIC TRANSDUCER / Transmetteur de résistance
- (H) Widerstandsthermometer für Temperaturdifferenzmessung
RESISTANCE THERMOMETER FOR TEMPERATURE — DIFFERENCE MEASUREMENT
Thermomètre à résistance pour mesure différentielle de température

ANEXO 11

SIEMENS

Schnittstellenwandler

Interface converter
 Convertisseur d'interface
 Convertidor de interface
 Convertitore di interfaccia
 Conversor de interfaces

3RS17



Montageanleitung/Assembly Instructions

Bestell-Nr./Order No.: 3ZX1012-0RS17-0AW1

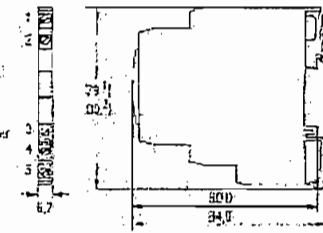
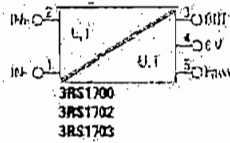
| | | | |
|--|--|---|--|
| | ⚠ WARNING Gefährliche elektrische Spannung! Kann zu elektrischen Schlag und Verbrennungen führen. Vor Beginn der Arbeiten Anlage und Gerät spannungsfrei schalten. | ⚠ WARNING HAZARDOUS VOLTAGE. Can cause electrical shock and burns. Disconnect power before proceeding with any work on this equipment. | ⚠ ATTENTION Tension dangereuse ! Risque d'électrocution ou de se brûler. Isoler cet appareil du réseau avant d'intervenir pour travaux. |
| | ⚠ PRECAUCION Tensión peligrosa! Puede causar choque eléctrico y quemaduras. Desconectar la alimentación antes de efectuar trabajos sobre el equipo. | ⚠ ATTENZIONE Tensione elettrica pericolosa! Rischio di shock elettrico e ustioni. Prima di eseguire qualsiasi tipo di lavoro, assicurarsi che l'apparecchio è l'impiego siano scollegati. | ⚠ AVISO Tensão elétrica perigosa! Pode causar um choque elétrico e queimaduras. Antes de iniciar os trabalhos, desligue o modo de unidade e do aparelho. |

Eine sichere Gerätefunktion ist nur mit zertifizierten Komponenten gewährleistet.
 Possible functioning of the equipment is only ensured with certified components.
 Le fonctionnement sûr de l'appareil n'est garanti qu'avec des composants certifiés.
 El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.
 Il funzionamento sicuro dell'apparecchiatura viene garantito soltanto con componenti certificati.
 O funcionamento seguro do aparelho apenas pode ser garantido se forem utilizados os componentes certificados.

3RS170-□AD00-□C000-□B000
Schnittstellenwandler
 Interface converter
 Convertisseur d'interface
 Convertidor de interface
 Convertitore di interfaccia
 Conversor de interfaces

1 IN/
 1 OUT

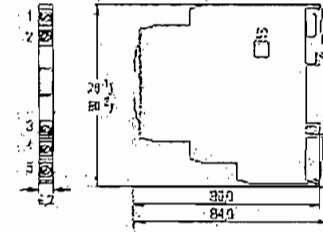
| | | | |
|--------|------------|---------|---------|
| IN: | 0-10 V | 0-20 mA | 4-20 mA |
| OUT: | 0-10 V | 0-20 mA | 4-20 mA |
| Power: | AC/DC 24 V | | |



3RS175-□FD00-□KD00-□FW00-□KW00
Mehrfachwandler
 Multi-range interface converter
 Converteur d'étendue de mesure
 Convertidor de interface multifunción
 Convertitore a più campi
 Conversor multifuncional

3 IN/
 3 OUT

| | | | | |
|--------|------|------------------------------|---------|---------|
| IN: | (S1) | 0-10 V | 0-20 mA | 4-20 mA |
| OUT: | (S1) | 0-10 V | 0-20 mA | 4-20 mA |
| Power: | | AC/DC 24 V AC/DC 24-240 V | | |

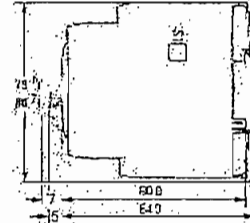
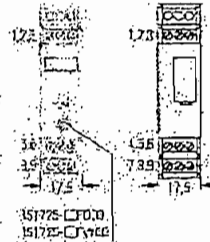


3RS170S-□FD00
 Switch On : S1

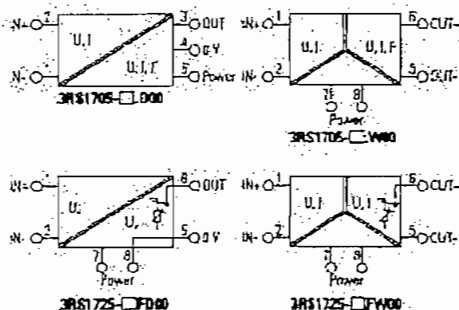
| Input | Output | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|---------|---|---|---|---|
| 0-20 mA | 0-10 V | * | * | * | * |
| 0-20 mA | 0-20 mA | * | * | * | * |
| 0-20 mA | 0-10 V | * | * | * | * |
| 0-20 mA | 0-20 mA | * | * | * | * |
| 0-10 V | 0-10 V | * | * | * | * |
| 0-10 V | 0-20 mA | * | * | * | * |
| 0-10 V | 0-20 mA | * | * | * | * |

3RS170S-□FW00
 3RS172S-□FD00/□FW00

| Input | Output | Power |
|---------|---------|-------|
| 0-20 mA | 0-10 V | 1 |
| 0-20 mA | 0-20 mA | 1 |
| 0-20 mA | 0-10 V | 2 |
| 0-20 mA | 0-20 mA | 2 |
| 0-20 mA | 0-10 V | 3 |
| 0-20 mA | 0-20 mA | 3 |
| 0-10 V | 0-10 V | 3 |
| 0-10 V | 0-20 mA | 3 |
| 0-10 V | 0-20 mA | 3 |



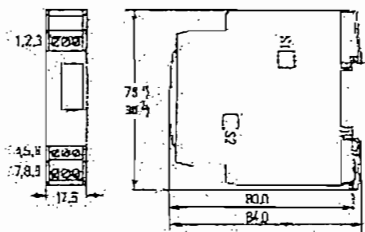
| 3RS1705-□-K000 | | | | | | 3RS1705-□-KW00 | | | | | |
|----------------|----------|---|---|---|---|----------------|---|---------|----------|------|----|
| * > Switch On | | | | | | S1 | | | | | |
| Input | Output | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Input | Output | Pos. | S1 |
| 0-20 mA | 0-50 Hz | + | + | + | + | + | + | 0-20 mA | 0-50 Hz | 0 | |
| 0-20 mA | 0-100 Hz | + | + | + | + | + | + | 0-20 mA | 0-100 Hz | 1 | |
| 0-20 mA | 0-1 kHz | + | + | + | + | + | + | 0-20 mA | 0-1 kHz | 2 | |
| 0-20 mA | 0-10 kHz | + | + | + | + | + | + | 0-20 mA | 0-10 kHz | 3 | |
| 4-20 mA | 0-50 Hz | + | + | + | + | + | + | 4-20 mA | 0-50 Hz | 4 | |
| 4-20 mA | 0-100 Hz | + | + | + | + | + | + | 4-20 mA | 0-100 Hz | 5 | |
| 4-20 mA | 0-1 kHz | + | + | + | + | + | + | 4-20 mA | 0-1 kHz | 6 | |
| 4-20 mA | 0-10 kHz | + | + | + | + | + | + | 4-20 mA | 0-10 kHz | 7 | |
| 0-10 V | 0-50 Hz | + | + | + | + | + | + | 0-10 V | 0-50 Hz | 8 | |
| 0-10 V | 0-100 Hz | + | + | + | + | + | + | 0-10 V | 0-100 Hz | 9 | |
| 0-10 V | 0-1 kHz | + | + | + | + | + | + | 0-10 V | 0-1 kHz | A | |
| 0-10 V | 0-10 kHz | + | + | + | + | + | + | 0-10 V | 0-10 kHz | B | |



3RS1706-□-FD00/□-FEN0/□-FW00
 Universal converter
 Universal interface converter
 Conversor de interface universal 16 IN/
 Conversor de interface universal 3 OUT
 Conversor de interface universal
 Conversor universal

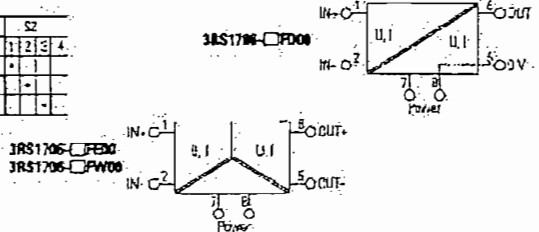
| IN: | (S1) | Pos. | 0-F | |
|------|------|--------|---------|---------|
| OUT: | (S2) | 0-10 V | 0-20 mA | 4-20 mA |

Power: AC/DC 24 V
 AC/DC 24 V-240 V



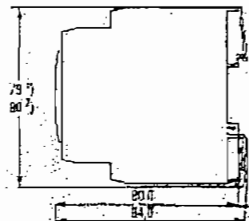
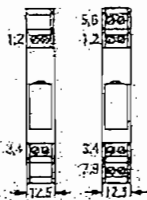
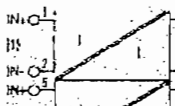
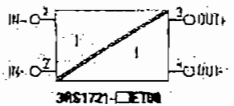
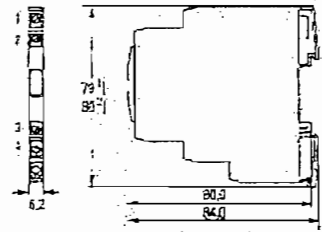
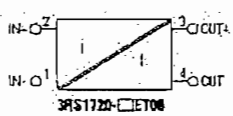
| Input | Pos. | Input | Pos. |
|----------|------|---------|------|
| 0-80 mV | 0 | 0-20 V | B |
| 0-100 mV | 1 | 2-10 V | B |
| 0-300 mV | 2 | 0-5 mA | A |
| 0-500 mV | 3 | 0-10 mA | A |
| 0-1 V | 4 | 0-20 mA | U |
| 0-2 V | 5 | 4-20 mA | D |
| 0-5 V | 6 | 15 mA | E |
| 0-10 V | 7 | ±20 mA | F |

| * > Switch On | | S2 | |
|---------------|---|----|---|
| Output | 1 | 2 | 3 |
| 0-10 V | + | + | + |
| 0-20 mA | + | + | + |
| 4-20 mA | + | + | + |



3RS172-□-ET00
 Passiv-Transer
 Loop powered isolator 1 IN/
 1 OUT
 Diisolator pasiv
 Aislador pasivo 2 x 1 IN/
 Seccionador pasivo 1 OUT

| IN: | 0-20 mA | 4-20 mA |
|------|---------|---------|
| OUT: | 0-20 mA | 4-20 mA |



| 3RS173-□-00 | 3RS173-□-00 |
|-------------|------------------------------------|
| | 3WA2 30X |
| | 0.5 ± 0.08 mm AWG 24 to 18 |
| | 1 x 0.25 ± 0.04 mm AWG 24 to 12 |
| | 1 x 0.5 ± 0.05 mm AWG 20 to 14 |

| 3RS173-□-00 | 3RS173-□-00 |
|-------------|--------------------------------------|
| | 3WA1 30X |
| | 0.5 ± 0.08 ± 0.25 mm AWG 23 to 14 |
| | 1 x 0.25 ± 0.05 mm AWG 24 to 16 |

Technical Assistance: Telephone: +49 (0) 9131-7-43333 (8⁰⁰ - 17³⁰ CET) Fax: +49 (0) 9131-7-42889
 E-mail: technical-assistance@siemens.com
 Internet: www.siemens.de/cw/voltage/technical-assistance

Technical Support: Telephone: +49 (0) 180 50 50 222

Technische Änderungen vorbehalten. Zum Ablesen (Lesezeit) nicht geeignet!
 Subject to change without prior notice. Store for use at a later date.
 © Siemens AG 2001. Siemens AG/Order No.: 3RS173-0001-0001
 Printed in the Federal Republic of Germany

ANEXO 12

PCS-Meßumformer T2 PCS-Transmitter T2 PCS-Transmetteur T2

ENGLISH

2.2. Versions

2.2.1. Versions with chopper amplifier

| | | Order no.: | 9404 224 20031 + 9404 224 28 . . . 1 |
|---|------------------|------------|--------------------------------------|
| Input | Range | | |
| D. c. voltage | | | |
| | 0 ... 5 mV | • | 01 |
| | 0 ... 10 mV | | 02 |
| | 0 ... 12 mV | | 03 |
| | 0 ... 20 mV | • | 04 |
| | 0 ... 25 mV | | 05 |
| | 0 ... 30 mV | | 06 |
| | 0 ... 40 mV | | 07 |
| | 0 ... 50 mV | | 08 |
| Thermocouples | | | |
| Fe-Const DIN | | | |
| Reference temperature 20 °C | 0 ... 100 °C | | 11 |
| | 0 ... 150 °C | | 12 |
| | 0 ... 250 °C | • | 13 |
| | 0 ... 300 °C | • | 14 |
| | 0 ... 800 °C | • | 15 |
| | 0 ... 900 °C | | 16 |
| | 300 ... 600 °C | | 17 |
| NiCr-Ni DIN | | | |
| Chromel/Alumel/NBS ISA-K1RS 1827 | 0 ... 350 °C | | 21 |
| Reference temperature 20 °C | 0 ... 250 °C | | 22 |
| | 0 ... 400 °C | | 23 |
| | 0 ... 600 °C | • | 24 |
| | 0 ... 900 °C | • | 25 |
| | 0 ... 1200 °C | • | 26 |
| | 300 ... 600 °C | | 27 |
| | 400 ... 900 °C | | 28 |
| | 600 ... 900 °C | | 29 |
| PtRh-Pt DIN | | | |
| Pt 10 & Rh-P/NBS ISA-S | 0 ... 800 °C | | 31 |
| Reference temperature 20 °C | 0 ... 1000 °C | | 32 |
| | 0 ... 1200 °C | • | 33 |
| | 0 ... 1400 °C | | 34 |
| | 0 ... 1500 °C | • | 35 |
| | 600 ... 1200 °C | | 36 |
| | 900 ... 1400 °C | | 37 |
| | 1000 ... 1600 °C | | 38 |
| Direct current | | | |
| | 0 ... 100 µA | | 41 |
| | 0 ... 500 µA | | 42 |
| | 0 ... 1 mA | | 43 |
| | 0 ... 5 mA | | 44 |
| | 0 ... 10 mA | | 45 |
| | 0 ... 20 mA | | 46 |
| | 0 ... 30 mA | | 47 |
| Resistance thermometer Pt 100 DIN for temperature difference measurement | | | |
| | ±30 ... ±30 °C | | 51 |
| | 0 ... 20 °C | | 52 |
| | 0 ... 50 °C | | 53 |
| | 0 ... 100 °C | | 54 |
| Special versions | | | 99 |

Note:

When ordering, please state both order numbers.
The first order number applies to the transmitter,
the second order number is valid for the input
module desired.

ENGLISH

2.3. Technical data

INPUT:

THERMOCOUPLES OR D. C. VOLTAGE:

| | |
|-----------------------------|--|
| Span: | 2 ... 50 mV |
| Span start: | -37.5 ... +37.5 mV |
| Span limit: | 87.5 mV |
| Input impedance: | $> 1 \text{ M}\Omega$ |
| Source impedance: | $\cong 500 \Omega$ with thermocouple break control $\cong 1 \text{ k}\Omega/\text{mV}$ without thermocouple break control |
| Temperature compensation: | built-in |
| Reference temperature: | 20 °C |
| Thermocouple break control: | built-in |
| Response range: | input impedance 1 ... 3 k Ω |
| Output signal: | factory-adjusted to $> 20 \text{ mA}$, Switching to $< 4 \text{ mA}$ possible (→ section 5.1.3.) |

DIRECT CURRENT:

| | |
|------------------|--------------------|
| Span: | 0.1 ... 30 mA |
| Span start: | -22.5 ... +22.5 mA |
| Span limit: | 52.5 mA |
| Input impedance: | 1 ... 50 Ω |

RESISTANCE THERMOMETER PT 100 DIN FOR TEM- PERATURE DIFFERENCE MEASUREMENT:

| | |
|-----------------------|--|
| Span: | 7 ... 60 $\Omega \cong 20 ... 150 \text{ }^\circ\text{C}$ (Pt 100 DIN) |
| Span start: | 18 ... 264 $\Omega \cong -200 ... 450 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Span limit: | 314 $\Omega \cong 600 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Detector current: | approx. 0.7 mA |
| Max. lead resistance: | 10 Ω |

**RESISTANCE THERMOMETER
PT 100 DIN AND RESISTANCE
TRANSMITTER:**

| | |
|-------------------|--|
| Span: | 10 ... 215 Ω \approx 25 ... 600 $^{\circ}\text{C}$ (Pt 100 DIN) |
| Span start: | 18 ... 264 Ω \approx -200 ... 450 $^{\circ}\text{C}$ |
| Span limit: | 314 Ω \approx 600 $^{\circ}\text{C}$ |
| Detector current: | approx. 2.5 mA |
| Lead resistance: | three-wire circuit, lead resistance adjustment not necessary |
| Overload limit: | 2 V d. c. |

OUTPUT:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Output signal: | 4 ... 20 mA |
| Load: | $R_L = \frac{U_s - 13.5 \text{ V}}{0.02 \text{ A}} \text{ [}\Omega\text{]}$ |
| Characteristic: | linear to measuring span |
| Linearity error: (terminal-based) | $\leq 0.5\%$ of spans $\geq 5 \text{ mV}$ $\leq 7 \Omega$, Δt Pt 100 DIN $\leq 25 \Omega$, Pt 100 DIN |
| Settling time: | $\leq 1 \text{ s}$ (chopper amplifier) $\leq 0.1 \text{ s}$ (d.c. differential amplifier) |

MAINS SUPPLY:

| | |
|----------------------|--|
| Supply voltage: | min. $U_s = 13.5 \text{ V d.c.}$ max. $U_s = 20.0 \text{ V d.c.}$ (for intrinsically safe operation) max. $U_s = 35.0 \text{ V d.c.}$ (for non-intrinsically safe operation) |
| Permissible ripple: | $V_{\text{CR}} = 0.5 \text{ V}$ |
| Power supply effect: | $\leq 0.2\%$, between 13.5 and 35 V d.c. |

ENGLISH

| | |
|--|--|
| EXPLOSION PROTECTION: | according to VDE 0171 |
| Modes of protection: | "intrinsic safety" and "special protection" (Ex) is G4: max. 70 °C (Ex) is G5: max. 80 °C PTB no. III B/E - 25051 (→ section 7.) |
| Installation in hazardous area: | only with following intrinsically safe power supply values: no-load voltage: ≤ 20 V d. c. short-circuit current: ≤ 100 mA |
| Galvanic separation: | Input circuit and output circuit are galvanically connected. |

AMBIENT CONDITIONS:

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Permissible ambient temperature: | -30 ... +70 °C |
| Storage temperature: | -40 ... +70 °C |
| Ambient temperature effect: | $\leq 0,2\%/10$ °C |

Climatic conditions (to DIN 40040)

related to permissible ambient temperature:

Mode of protection (Ex) is G4: HSE
Mode of protection (Ex) is G5: HUE

| | | |
|--------------------------|--------|------|
| Lower temperature limit: | -30 °C | -- H |
| Upper temperature limit: | +70 °C | -- S |
| Upper temperature limit: | +60 °C | -- U |

| | | |
|----------------------|--|--------|
| Humidity conditions: | relative humidity yearly average $\leq 75\%$ | } -- E |
| | seldom and slight bedewment | |

HOUSING:**Mode of protection:**
(to DIN 40 050, IEC-144)

IP 54

Mounting method:

to 2" pipe or to wall

External housing:**Material:**cast aluminium
silver-grey hammer finish**Connection:**via screws Pg 13.5
to connecting terminals 2.5 mm² c. s. a.**Electronics module:****Material:**

thermoplastic, SAN, orange

Connection:screwing via contact nuts on the
connection plate**Weight:**

approx. 2.6 kg

Identification label:
(lid of external housing)

not included in delivery

Dimensions:

140 mm x 35 mm

hole separation: 130 mm
diameter: 3 mm**Mounting:**2 tapping screws
BM 2.5 x 6
DIN 7513**Connecting diagram:**

4012 150 73311 (~ Fig. 13)

Drawings:

PCS-transmitter T2:

4012 150 62121 (~ Fig. 14)

PCS-power supply units:

4012 150 60311 (~ Fig. 15)

8. ANSCHLUSSPLAN
CONNECTING DIAGRAM
PLAN DE RACCORDEMENT

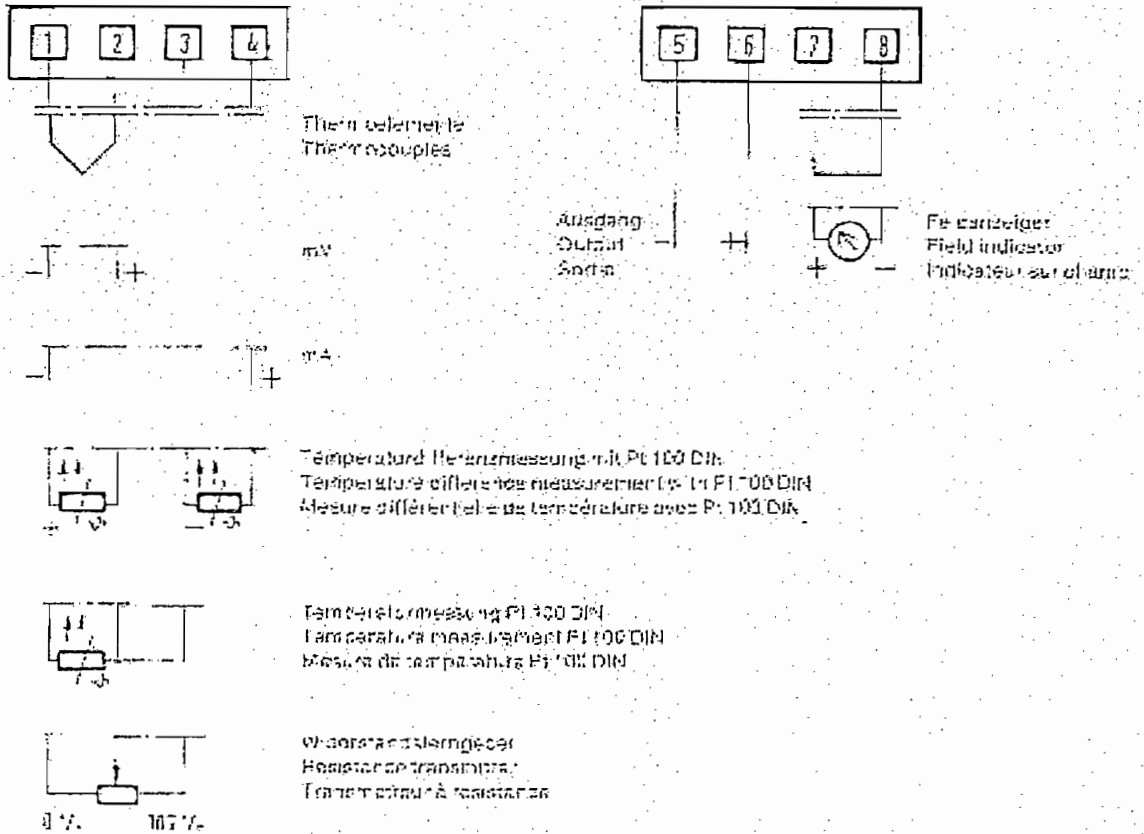


Fig. 13 4012 150 73311

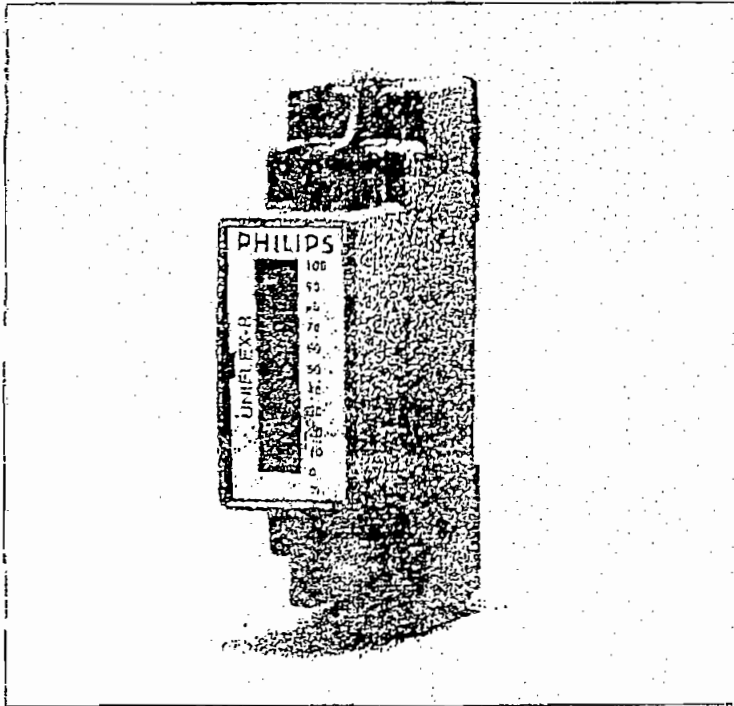
Anschlußplan PCS-Meßumformer T2
Connecting diagram PCS-Transmitter T2
Plan de raccordement Transmetteur PCS-T2



INSERCO GMBH
Gladbacher Str. 106
D-41747 Viersen
Telefon 02162/29241-42

UNIFLEX-R

Flexible 2-wire temperature transmitter



Input for Pt 100, Ni 100, Cu 100
and thermocouple types J, K, L, N, R, S, B

Input also for EEx Ia-III Gb

Temperature-linear output

Set-up via PC

EMC-tested to IEC 801

CE-tested to EN

Scalable bargraph display

PROFILE

The UNIFLEX 2-wire temperature transmitter with bargraph display is the solution for requirements regarding flexibility, reduced stocks, and safety against electromagnetic interference.

Adjustment for the required sensor type, measuring range and display range is by means of a PC and a coupling module.

The intrinsically safe version is suitable for signals from explosion-hazarded areas.

DESCRIPTION

The transmitter has two independent signal inputs for thermocouples and for resistive temperature sensors. With thermocouple measurement, the resistive input is used to connect the (Pt 100) cold-junction compensation sensor.

Resistive thermometers are connected in 3-wire circuit.

The bargraph is adjustable to the required display span within the measuring range.

TECHNICAL DATA

INPUT

Resolution: 14 bits (16.384 steps)

Resistive thermometer Pt 100

Span: 20...500 K

Span start: -50...+300 °C

Span end: 0...450 °C

Resistive thermometer Ni 100

Span: 20...250 K

Span start: -50...+300 °C

Span end: 0...200 °C

Fig. 1 Opening the unit

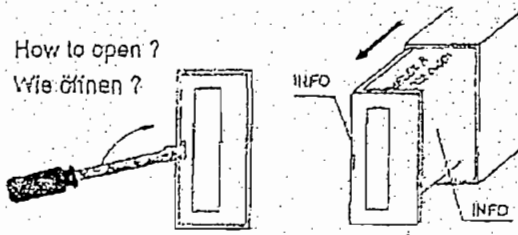
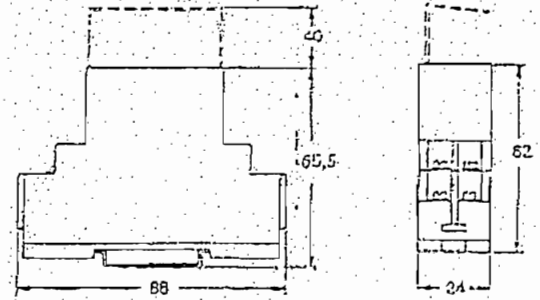


Fig. 2 Overall dimensions (mm)



Resistance thermometer Cu 100
Span: 20...200 K
Span start: -50...160 °C
Span end: 0...200 °C

Smallest configurable step: 0,1 K

Sensor current: <0,2 mA, pulsating

Connection technique
3-wire, max. lead resistance ≤ 10 Ω
per wire

Thermocouples

| Type | Span [K] | Start [°C] | End [°C] |
|------|-------------|-------------|-------------|
| J | 50... 300 | -50... 750 | 0... 800 |
| L | 50... 350 | -50... 760 | 0... 800 |
| K | 50... 1250 | -50... 1150 | 0... 1200 |
| N | 50... 1250 | -50... 1150 | 0... 1200 |
| R | 200... 1750 | -50... 1500 | 0... 1700 |
| S | 200... 1750 | -50... 1500 | 0... 1700 |
| B | 200... 1700 | 600... 1600 | 800... 1800 |

Smallest configurable step: 0,1 K

Temperature compensation
with Pt 100 sensor in the connecting
terminals (2 or 3-wire connection)
Compensation error: <0,1 K/10 K

OUTPUT

Standard signal: 4...20 mA

Resolution: 12 bits

Load: $R_L \leq (U_s - 0,5) / (I_{max} - 20 \text{ mA})$

Output current limiting:
Approx. 3,5 mA and 22 mA

Characteristic
Temperature-linear
Conformity error: ±0,1% fsd

Sensor break monitoring
Upscale, for resistance thermometers
and thermocouples

Measurement error
(including conformity error)

| Sensor | Error |
|--------|--|
| Pt 100 | ± 0,25 K ± 0,1% of selected span |
| Ni 100 | |
| Cu 100 | |
| Type J | ± 1 K ± 0,15% of selected span |
| Type L | |
| Type K | |
| Type R | ± 2 K ± 0,16% of selected span |
| Type S | |
| Type B | |

Response time
 T_{90} for RTD: ≤ 0,5 s
for TC: ≤ 0,5 s

DISPLAY

Bar graph with 01 segments.
Resolution: 2% for each visible element
(1% when top element blinks).
The display range is selectable within
the measuring range, e.g.:

Output signal:
4 mA ± 0 °C, 20 mA ± 600 °C

Display
0% ± 500 °C, 100% ± 800 °C

POWER SUPPLY

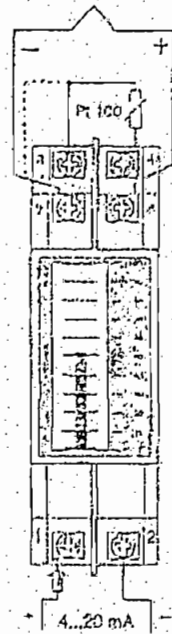
Supply voltage:
6,5... 35 VDC
0,5... 25 VDC for intrinsic safety EEx

Permissible ripple: ≤ 3V_{rms}

Power supply effect
On span start: ≤ ± 0,005%/V
On span: ≤ ± 0,001%/V

Behavior with main failure
No loss of configuration data

Fig. 3 Connecting diagram



ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Temperature limits
Operation: -10...+80 °C
Storage: -35...+85 °C

Relative humidity
90% no condensation

Vibration
0,7 g at 10...100 Hz
(according to IEC 60068 Test 1)

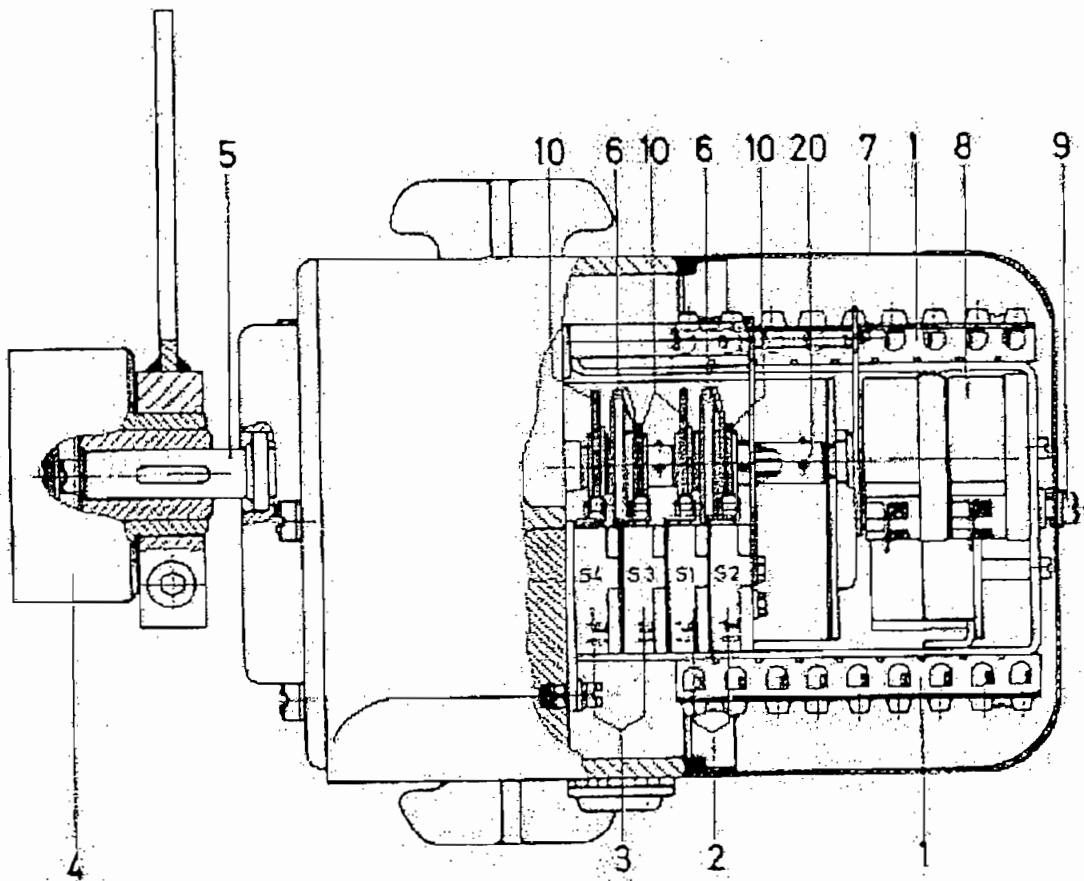
Temperature effect: ≤ ± 0,1% / 10 K

Long-term drift: ≤ ± 0,1% / 10.000 h

ANEXO 13

Elektrische Stellantriebe Electrical Motor Actuators Servomoteurs électriques

ENGLISH



**Fig. 4 Sectional view:
Electrical Motor Actuator M₁ = 2.5 kgm (25 Nm)**

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 Connecting terminal board. | 7 Cover |
| 2 Limit switches | 8 Retracting potentiometer |
| 3 Additional throw-switches | 9 Captive cheese-head screw |
| 4 Overload clutch | 10 Trip cam |
| 5 Power take-off shaft | 20 Stud bolt |
| 6 Indexing disk | |

2.2. Versions

| Torque | Version | Order No. *) |
|---|---|----------------|
| 2.5 kgm (25 Nm) | without overload clutch/electrical braking circuit built-in standard version with 2 limit switches | 9404 502 01001 |
| | additionally: 2 throw-switches | 9404 502 01031 |
| | retransmitting potentiometer, single | 9404 502 01011 |
| | double | 9404 502 01021 |
| | 2 throw-switches and retransmitting potentiometer, single | 9404 502 01041 |
| | double | 9404 502 01051 |
| | with overload clutch/electrical braking circuit built-in standard version with 2 limit switches | 9404 502 01101 |
| | additionally: 2 throw-switches, | 9404 502 01131 |
| | retransmitting potentiometer, single | 9404 502 01111 |
| | double | 9404 502 01121 |
| 2 throw-switches and retransmitting potentiometer, single | 9404 502 01141 | |
| double | 9404 502 01151 | |
| 10 kgm (100 Nm) | standard version with 2 limit switches | 9404 503 00001 |
| | additionally: 2 throw-switches, | 9404 503 00031 |
| | retransmitting potentiometer, single | 9404 503 00011 |
| | double | 9404 503 00021 |
| | 2 throw-switches and retransmitting potentiometer, single | 9404 503 00041 |
| double | 9404 503 00051 | |
| | Electronic braking circuit | 9404 590 30001 |

***) Note:**

For Electrical Motor Actuators with a torque of 2.5 kgm (25 Nm) without electrical braking circuit the 9th digit of the order number is changed from 1 to 0.

For Electrical Motor Actuators with a torque of 2.5 kgm (25 Nm) and a driving motor of 110 V a.c., 60 Hz the 8th digit of the order number is changed from 0 to 1.

ENGLISH

2.3. Technical data

Electrical Motor Actuator with a torque of 2.5 kgm (25 Nm)

Drive:

Driving motor: synchronous condenser motor

Mains supply:

220 V a.c.

Permissible deviation: $\pm 10\%$... $\pm 15\%$

Frequency: 50 Hz

Power consumption: approx. 10 VA

Power take-off:

Max. angle of rotation: 270°

Travel time for 90° : 60 s

Overload clutch: — section 2.2.

Retransmitting potentiometer:

— section 2.2.
total resistance $250 \Omega \approx 280 \Omega$

Additional limit switches:

— section 2.2.

Contact rating:

≤ 6 A a.c.; 250 V a.c. noninductive

Slowing-down time:

$t_s \leq 10$ ms

Permissible switching frequency:

≤ 2 Hz (relative to one direction)

Temperature conditions:

Permissible ambient
temperature:

$-10 \dots +50^\circ\text{C}$

Nominal temperature:

$+25^\circ\text{C}$

Storage temperature:

$-25 \dots +70^\circ\text{C}$

Climatic conditions:

(according to DIN 40 040)

related to permissible ambient
temperature:

JWG

Lower temperature limit:

-10°C — J

Upper temperature limit:

$+50^\circ\text{C}$ — W

Humidity conditions:

max. 85% for 60 days
in the year

yearly average $\leq 65\%$

no bedewment — G

| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Mode of protection: | according to DIN 40 050 (IEC-144) |
| Case: | IP 54 |
| Case: | |
| Material: | Duroplast type 83 (DIN 7708) |
| Cover: | steel plate |
| Grommet: | twist nipples Pg 16 |
| Material: | plastic |
| Mounting: | not critical |
| Weight: | approx. 3,6 kg |
| Connecting diagram: | 4012-150 72131 (Fig. 8) |
| Sectional view: | 9404 502 01131 (Fig. 4) |
| Drawing: | 4012-150 61131 (Fig. 10) |

**Electrical Motor Actuator
with a torque of 10 kgm (100 Nm)**

| | |
|--------------------------------|--|
| Drive: | |
| Driving motor: | asynchronous condenser motor (single-phase motor) |
| Mains supply: | 220 V a. c. |
| Permissible deviation: | + 10 % ... - 15 % |
| Frequency: | 50 Hz |
| Power consumption: | approx. 75 VA |
| Power take-off: | |
| Max. angle of rotation: | 270 ° |
| Travel time for 90 °: | 60 s |
| Overload clutch: | built-in |
| Manual timing: | built-in |

ENGLISH

| | |
|---|--|
| Retransmitting potentiometer: | — section 2.2. total resistance 250 Ω \approx 280 Ω |
| Additional limit switches: | — section 2.2. |
| Contact rating: | \leq 6 A a.c.; 250 V a.c. noninductive |
| Slowing-down time without braking: | $t_b \approx 1.3$ s |
| Permissible switching frequency: | $f_a \leq 1$ Hz (relative to one direction) |
| Temperature conditions: | |
| Permissible ambient temperature: | $-10 \dots + 50$ $^{\circ}\text{C}$ |
| Nominal temperature: | ± 25 $^{\circ}\text{C}$ |
| Storage temperature: | $-25 \dots + 70$ $^{\circ}\text{C}$ |
| Climatic conditions (according to DIN 40 040) related to permissible ambient temperature: | JWG |
| Lower temperature limit: | -10 $^{\circ}\text{C}$ \rightarrow J |
| Upper temperature limit: | $+50$ $^{\circ}\text{C}$ \rightarrow W |
| Humidity conditions: | max. 85 % for 60 days in the year yearly average \leq 65 % no bedewment \rightarrow G |
| Mode of protection: | according to DIN 40 050 (IEC-144) |
| Case: | IP 54 |
| Case: | |
| Material: | cast aluminium |
| Grommet: | twist nipples Pg. 16 |
| Material: | plastic |
| Mounting: | not critical |
| Weight: | approx. 27 kg |
| Connecting diagram: | 4012 150 72141 (Fig. 9) |
| Sectional view: | 9404 503 00053 (Fig. 5) |
| Drawing: | 4012 150 61141 (Fig. 11) |

**Electronic Braking Circuit
for the Electrical Motor Actuator
with a torque of 10 kgm (100 Nm)**

| | |
|---|--|
| Mains supply: | 220 V a.c. |
| Permissible deviation: | + 10% ... - 15% |
| Frequency: | 48 ... 62 Hz |
| Slowing-down time: | $t_B \leq 0.1$ s |
| Temperature conditions: | |
| Permissible ambient temperature: | - 10 ... + 50 °C |
| Nominal temperature: | + 25 °C |
| Storage temperature: | - 25 ... + 70 °C |
| Climatic conditions (according to DIN 40 040) | |
| related to permissible ambient temperature: | |
| | JWG |
| Lower temperature limit: | - 10 °C — J |
| Upper temperature limit: | + 50 °C — W |
| Humidity conditions: | max. 95 % for 60 days in the year yearly average \leq 65 % no bedewment — G |
| Mode of protection: | according to DIN 40 050 (IEC-144) |
| Case: | IP 54 |
| Case: | for wall mounting |
| Material: | polycarbonate with 20 % glass fiber |
| Grommet: | cable entry gland |
| Material: | high-pressure polyethylene |
| Drawing: | 40T2.150.60311 (Fig. 12) |