

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL MEDIANTE
VARIADORES DE FRECUENCIA Y ENCODERS PARA UNA
MÁQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS DE LA EMPRESA
CORPORACIÓN SUPERIOR S.A.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECÁNICA**

ANGEL GABRIEL RIVERA PEREZ

angel.rivera@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PROAÑO CHAMORRO PABLO ANDRÉS

pablo.proano@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. ROMO HERRERA CARLOS ORLANDO

carlos.romo@epn.edu.ec

Quito, Diciembre 2018

DECLARACIÓN

Yo, Ángel Gabriel Rivera Pérez declaro bajo juramento que el trabajo presentado a continuación es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que consta de las referencias bibliográficas apropiadas según dicta la norma, que serán incluidas en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis 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.

Angel Gabriel Rivera Perez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Sr. Ángel Gabriel Rivera Pérez, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Proaño Chamorro

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Carlos Romo Herrera

CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi madre Cecilia Pérez le agradezco por haberme enseñado que cometer errores es sólo otra forma de aprender y gracias a sus instrucciones me encuentro en este momento culminando mi carrera, además del apoyo que me brindó en todo momento, por sus consejos, su tiempo y sobre todo por su amor demostrado a cada instante.

A mi padre Fernando Rivera por demostrarme con su amor y ejemplo que lo importante es apoyar a cada integrante de la familia, le agradezco por estar siempre pendiente de mí y brindar el apoyo necesario para que salga adelante en la vida.

A mis hermanos Belén Rivera e Isaac Rivera por estar junto a mí en los buenos y malos momentos que tiene la vida, además de la solidaridad incondicional que me supieron brindar.

A mi esposa Coraima Vargas que siempre me apoyó durante la carrera y me dio fuerzas para lograr las metas que nos hemos propuesto.

Agradezco al Ing. Diego Cazares, al Ing. Roberto Cisneros y a todo el personal de Mantenimiento de Corporación Superior S.A., por su aporte para que este proyecto se haya llevado a cabo.

Agradezco al Ing. Pablo Proaño por su tiempo, paciencia y dedicación que brindó hacia este proyecto y a mi persona para alcanzar cada uno de los objetivos del proyecto.

Agradezco al Ing. Carlos Romo por su cooperación y aporte para culminar con éxito el proyecto.

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional y a los maestros que supieron brindarme los conocimientos fundamentales para la vida profesional.

Finalmente, a todos mis familiares que en su momento supieron ayudarme, a mis amigos han sido algo esencial para formarme como persona y que a pesar de las distancias siempre me han demostrado su apoyo.

Gabriel Rivera P.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre Cecilia, mi padre Fernando, mis hermanos, mi esposa y a mi hijo, ya que todos ellos han depositado su confianza en mí y a pesar de que hubo momentos en los que desfallecía no les defraudé, por lo que espero siempre se sientan orgullosos de mí, como yo de ustedes.

A mi tío Marcelo Rivera que me supo apoyar y aconsejarme para tomar las decisiones apropiadas en su debido momento.

Gabriel Rivera P.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación.....	3
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1. Metodológica utilizada.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
3.1. Características, requerimientos y condiciones del Sistema de Control.....	6
3.1.1. Identificación del lugar de trabajo.....	6
3.1.2. Determinar los problemas de sincronización y fallas.....	6
3.1.3. Selección de equipos y dispositivos.....	6
3.1.4. Requerimientos operativos del sistema.....	13
3.2. Construcción del sistema de control.....	13
3.2.1. Sistema variadores de frecuencia – encoders.....	13
3.2.2. Planos de conexiones.....	16
3.2.3. Adecuación mecánica del tablero.....	17
3.2.4. Cableado del sistema.....	19
3.3. Acondicionamiento del sistema electromecánico.....	22
3.3.1. Identificar entradas y salidas del PLC.....	22
3.3.2. Programa y diagramas de flujo del PLC.....	23
3.4. Construcción de la interfaz humano-máquina.....	28
3.4.1. Diseño de las pantallas de la interfaz humano-máquina.....	28
3.4.2. Administración de usuarios del HMI.....	37
3.5. Pruebas de funcionamiento del sistema.....	37
3.5.1. Pruebas generales eléctricas.....	39
3.5.2. Pruebas lógicas.....	45
3.5.3. Pruebas de desempeño dinámico.....	47
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
4.1. Conclusiones.....	50
4.2. Recomendaciones.....	51
5. BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	54
ANEXO A: PLANO DE LAS DIMENSIONES DEL TABLERO DE CONTROL.....	55

ANEXO B: DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS.	52
ANEXO C: PLANOS DE CONEXIÓN DE CONTROL Y FUERZA DE LOS ELEMENTOS QUE PERTENECEN AL SISTEMA DE CONTROL.	57
ANEXO D: DIAGRAMA DE FLUJO INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA.	58
ANEXO E: PROGRAMA PLC	59
ANEXO F: PROGRAMA VARIADORES DE FRECUENCIA.	60
ANEXO G: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO EN LA MÁQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS FP070 DE CORPORACIÓN SUPERIOR S.A.....	61
ANEXO H: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Parte frontal del tablero de control.....	5
Figura 2.- Tablero de control.	5
Figura 3.- Relé de 24 (VDC).....	7
Figura 4.-Sensor inductivo de 3 hilos PNP.	7
Figura 5.-Sensor lector de contraste wenglor.	7
Figura 6.- Presostato de 0-10 (bares).....	8
Figura 7.-Variador de frecuencia A1000	9
Figura 8.- Encoder incremental	9
Figura 9.- PLC S7-1200.....	11
Figura 10.-TIA PORTAL V15.....	11
Figura 11.-Interfaz Humano-máquina	12
Figura 12.-Fuente de 24VDC	12
Figura 13.- Conexión de configuración típica de la función ELS.	14
Figura 14.- Diagrama de bloques simplificado de la función ELS	15
Figura 15.-Diagrama de alineación automática simple.	16
Figura 16.-Doble fondo del tablero y distribución del espacio	17
Figura 17.- Disposición de elementos en el tablero (Parte frontal).....	18
Figura 18.-Disposición de los elementos en el interior del tablero	19
Figura 19.-Conductor utilizado para la conexión de las señales del encoder.....	20
Figura 20.-Codificación del cableado.....	20
Figura 21.- Componentes de la interfaz humano-máquina.	21
Figura 22.- Diagrama de flujo PLC mando motores empaquetadora.	24
Figura 23.-Diagrama de flujo control temperatura	26
Figura 24.- Parte del programa diseñado en el PLC	27
Figura 25.-Pantalla principal del HMI.....	29
Figura 26.- Pantalla de menú	30
Figura 27.- Pantalla de control de temperatura.....	30
Figura 28.- Pantalla de formato de empaque.....	31
Figura 29.- Pantalla mandos empaquetadora.....	33
Figura 30.- Pantalla de calibración de la máquina.	34
Figura 31.- Pantalla de alarmas.....	34
Figura 32.- Pantalla de alarmas 1.....	35
Figura 33.- Pantalla historial de fallas y alarmas.....	36
Figura 34.- Pantalla de recetas.....	36
Figura 35.- Usuarios de la Interfaz.	37
Figura 36.- Diagrama de flujo de pruebas.....	38
Figura 37.- Conexión eléctrica del motor maestro.	41
Figura 38.- Parámetros del motor maestro.	41
Figura 39.- Visualización en línea del estado de entradas, salidas y bloques del programa.	47
Figura 40.- Comparación de longitud de corte del formato de empaque Orbita.	48
Figura 41.- Toma de medida del formato Krispiz.	48
Figura 42.- Bloque PID temperatura mordaza inferior de corte y sellado.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Entradas y salidas requeridas en el autómatas	10
Tabla 2.- Mapa de entradas/salidas digitales del PLC	22
Tabla 3.- Mapa de entradas/salidas análogas del PLC.....	22
Tabla 4.- Voltajes de las instalaciones.....	39
Tabla 5.- Calibre y longitud de los cables de conexión variador-motor (Maestro)	39
Tabla 6.- Calibre y longitud de los cables de conexión variador-motor (Seguidor).....	40
Tabla 7.- Revisión de los elementos de protección en el tablero de control.....	40
Tabla 8.- Respuesta de entradas digitales Variador Maestro.....	42
Tabla 9.- Respuesta de entradas análogas Variador Maestro.	42
Tabla 10.- Respuesta de entradas digitales Variador Seguidor.	42
Tabla 11.- Respuesta de entradas análogas Variador Seguidor.....	42
Tabla 12.- Respuesta entradas digitales PLC.....	43
Tabla 13.- Respuesta entradas análogas PLC	44
Tabla 14.- Respuesta salidas digitales PLC	44
Tabla 15.- Respuesta salidas análogas PLC.	45
Tabla 16.- Observación del Sistema Electronic Line Shaft.	46
Tabla 17.- Medidas de muestras de los diferentes formatos de empaque.	48

RESUMEN

La ejecución del presente proyecto responde a la necesidad de incrementar la capacidad de producción de una máquina empaquetadora de galletas de Corporación Superior S.A., para lo cual se instalará un nuevo Sistema de Control, junto con una interfaz humano-máquina.

El presente proyecto está conformado por cuatro capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 1: Introducción, contiene la justificación por la cual se desarrolla el proyecto, los objetivos a cumplir y el alcance del proyecto.

Capítulo 2: Metodología, detalla la investigación utilizada, al igual que los recursos y técnicas empleadas, también describe como se llevó a cabo el proyecto para cumplir con los objetivos, empezando desde la identificación del lugar de trabajo y la comprobación de las condiciones del Sistema de Control obsoleto, pasando por el diseño eléctrico e implementación y finalizando con las pruebas de funcionamiento.

Capítulo 3: Resultados y Discusión, se describe la construcción del Sistema de Control, además, se describen los algoritmos de control, las pruebas de funcionamiento realizadas al sistema.

Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones del proyecto.

1. INTRODUCCIÓN.

Las nuevas tecnologías desarrolladas en el área de variadores de frecuencia (VFD) con la utilización de semiconductores IGBT han permitido modificar las soluciones tradicionales en la regulación de velocidad en los sistemas mecánicos, reduciendo costos de operación, mantenimiento y permitiendo en muchos casos incrementar el rendimiento del sistema, su disponibilidad y ciclo de vida.

Las mejoras en los sistemas microprocesados que integran los actuales VFDs han permitido disponer de reguladores PID digitales integrados en sus sistemas, cada vez se incrementan más las versatilidades a nivel de software de los VFDs, lo que permite al programador desarrollar mejores aplicaciones para los usuarios.

Una aplicación directa de la tecnología PI es el Electronic Line Shaft (ELS), en donde se implementa un sistema de control de lazo cerrado de sincronización, con el objeto de regular la velocidad de los motores para sincronizarlos.

Corporación Superior es un conglomerado especializado en la producción y comercialización de productos derivados del trigo, cuenta con un portafolio de marcas altamente competitivo tanto de pastas como de galletas y snacks. Tomando en cuenta el problema de que se requería cambiar el Sistema de Control de una de sus máquinas empaquetadoras de galletas se decide implementar un Sistema de Control utilizando dos variadores de frecuencia, encoders, un PLC y una interfaz humano-máquina.

1.1. Planteamiento del problema.

Los Sistemas de Control se han convertido en una forma muy fácil y segura de comandar un proceso, por este motivo cada fábrica o industria los incluye a la hora de controlar alguna máquina o planta. Además, permiten garantizar la estabilidad y ser robusto frente a perturbaciones y errores que han de existir en cada proceso.

En la etapa de empaquetado de galletas existe una máquina que tiene un importante valor para la empresa debido a que tiene varios formatos de empaque por lo que se consideró trascendental cambiar su sistema de control que estaba basado en módulos para la sincronización y dínamos, donde últimamente el sistema estaba experimentado varios problemas de sincronización y fallas en el trabajo, es decir el sistema de control para la sincronización estaba obsoleto y necesitaba ser cambiado por uno mejor que utilice variadores de frecuencia Yaskawa, encoders y mediante estos usar el software (Electronic Line Shaft), a fin de incrementar su capacidad de producción, mejorar el sincronismo y disminuir los tiempos de calibración del proceso de empaquetado.

Es por esto que fue necesario implementar un nuevo Sistema de Control, se acondicionó el sistema electromecánico y se construyó una interfaz humano-máquina para comandar la empaquetadora de galletas.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general

Implementar un Sistema de control mediante variadores de frecuencia y encoders para una máquina empaquetadora de galletas de la empresa Corporación Superior S.A.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos y condiciones del Sistema de Control de la máquina empaquetadora de galletas.
- Implementar el Sistema de Control para la máquina empaquetadora.
- Acondicionar el Sistema electromecánico.
- Implementar la interfaz humano-máquina.
- Realizar pruebas de funcionamiento.

1.3. Justificación.

Para solventar los problemas de pérdida de sincronización y fallas en el trabajo que presentaba el anterior Sistema de Control, fue necesario implementar y desarrollar uno mejor en la máquina empaquetadora de la línea de producción de galletas de Corporación Superior S.A. para lograr el sincronismo, el cual cuenta con dos variadores de frecuencia (Yaskawa), encoders (Hohner), una interfaz humano-máquina (Siemens) y un PLC (Siemens), permitiendo aumentar la producción y disminuir los tiempos de calibración del proceso de empaquetado.

De esta manera los operadores tienen la oportunidad de desarrollar su trabajo de mejor manera y de forma segura, porque al manipular la máquina con las implementaciones y los cambios mencionados anteriormente se tiene facilidad para comandar y repararla, ya que se trazó los planos eléctricos y se implementó una interfaz humano-máquina adecuada que permite la identificación de fallas o averías.

Este Sistema de Control también colabora con las labores que realizan las personas de mantenimiento, debido a que disminuyeron los paros de la máquina por pérdidas de sincronización, ya que este sistema es mejor que el anterior por que la información de posición y velocidad emitida por los encoders es enviada a los variadores, donde estos realizan un control PI de acuerdo a la diferencia de los disparos de unos interruptores de posición, tanto del motor maestro como del seguidor, que son necesarios para la sincronización, además esto permite que el área de galletas cumpla con el número de paquetes producidos.

2. METODOLOGÍA.

2.1. Metodológica utilizada.

El proyecto presentado a continuación se realizó usando la investigación aplicada, ya que lo que se busca es solucionar un problema práctico. También se tomó en cuenta la investigación experimental, debido a que se realizaron manipulaciones intencionales de una acción para analizar sus posibles resultados. (Carlos Fernández Collado, 1991).

Primero se identificó el lugar de trabajo con el fin de determinar la ubicación del tablero de control, conocer sus dimensiones y comprobar las condiciones del Sistema de Control obsoleto de la máquina empaquetadora de galletas.

Con la evaluación del Sistema de Control que antes controlaba la máquina se determinó los elementos a cambiar y se generó un listado de materiales necesarios para llevar acabo el nuevo Sistema de Control.

Se reutilizó algunos de los actuadores y elementos de protección que están en buen estado y se seleccionó los elementos nuevos de acuerdo a las especificaciones que se indican en los planos de la máquina.

Fue preciso realizar los planos eléctricos en el programa AutoCad de cómo quedó la máquina con las modificaciones necesarias para identificar como llevar acabo cada una de las conexiones evitando errores y tener un esquema en el cual se base el personal de mantenimiento en el caso de que se tenga que realizar posibles reparaciones. Luego se siguieron los planos realizados para la implementación del Sistema de Control diseñado.

Para realizar pruebas al Sistema de Control se siguió un proceso de revisión que permite identificar el estado en que se encuentra cada uno de los elementos que conforman el Sistema como son: variadores de frecuencia, señal de los encoders, salidas y entradas del PLC, supervisión y control desde la interfaz humano-máquina y actuadores.

Por último, se procedió a redactar un manual de usuario, el cual permite conocer el funcionamiento e incluya detalladamente las indicaciones respectivas para el mantenimiento del sistema. El manual se realizó mediante texto y gráficos que permiten interpretar de forma clara cada uno de los elementos que conforman el sistema, el funcionamiento y las alarmas de la máquina.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de la máquina empaquetadora de galletas, se construyó un tablero de control, su funcionamiento consiste en mantener la sincronización de corte de la máquina por medio de variadores de frecuencia, encoders, una interfaz humano-máquina y un PLC, con el fin de otorgar seguridad al operador de la máquina y a los equipos electrónicos presentes en la misma. El sistema también cuenta con un historial de fallas y alarmas que se muestra en la interfaz con el objeto de que el operador y el personal de mantenimiento identifiquen el fallo y lo corrija de forma rápida, también se cuenta con luces piloto que indican que la máquina está energizada, o se ha producido algún fallo en general, como se observa en la Figura 1 y Figura 2, en las que se aprecian todos los elementos del tablero.



Figura 1.- Parte frontal del tablero de control.

Fuente: Propia.



Figura 2.- Tablero de control.

Fuente: Propia.

3.1. Características, requerimientos y condiciones del Sistema de Control.

3.1.1. Identificación del lugar de trabajo

El Sistema de Control es la parte principal de una máquina, por lo cual fue necesario conocer su ubicación específica dentro de la máquina, se procedió a tomar las medidas del tablero y conocer la distribución de los elementos que conformaban el Sistema obsoleto, para de ahí partir y fijar un lugar para los elementos que conforman el nuevo Sistema de control. En el Anexo A se muestra un plano en 2D realizado con el programa AutoCAD en el cual se muestran las dimensiones del tablero y la disposición de elementos dentro del mismo.

El tablero está colocado en una ubicación estratégica con el fin de tener un acceso fácil y directo al mismo por parte de los maquinistas y operadores, también se tomó en cuenta que debe existir el espacio suficiente para maniobrar cada uno de sus elementos.

3.1.2. Determinar los problemas de sincronización y fallas.

Fue necesario conocer los requerimientos del proyecto, es decir identificar los problemas de sincronización y fallas que tenía la máquina. Se realizó un estudio para determinar las causas de pérdida de sincronización de la máquina, en donde como resultado se decidió cambiar los módulos que la máquina usaba para la sincronización, por 2 variadores de frecuencia Yaskawa y el software Electronic Line Shaft; los dinamos por encoders incrementales; y se cambió el leguaje de contactos por un PLC y una interfaz humano-máquina, que permita tener un mejor control de la máquina.

3.1.3. Selección de equipos y dispositivos

En esta sección se enumeran los equipos y dispositivos requeridos para la implementación del proyecto planteado, los datos técnicos de los equipos y dispositivos se los puede encontrar en el Anexo B.

Relés

Para la implementación del proyecto fue indispensable contar con relés auxiliares de 24 (VDC) debido a que el PLC que se seleccionó cuenta con salidas tipo transistor a 24 (VDC).

Estos relés permitirán controlar el llamado circuito de fuerza mediante la apertura y cierre de sus contactos, la Figura 3 muestra el aspecto físico de estos.



Figura 3.- Relé de 24 (VDC)

Fuente: (Schneider Electric, 2016)

Sensores

a) Sensores inductivos.

Para este sistema se utilizaron 6 sensores inductivos de 3 hilos PNP, con sus contactos normalmente abiertos. (Ver Figura 4).



Figura 4.-Sensor inductivo de 3 hilos PNP.

Fuente: Propia

b) Sensor óptico

Se requirió de un interruptor óptico para detectar la taca del papel de empaque. En la Figura 5 se indica el sensor óptico.



Figura 5.-Sensor lector de contraste wenglor.

Fuente: (Electronic components, 2018)

c) Sensor de presión

Para la implementación del proyecto fue indispensable contar con un presostato debido a que la máquina posee también circuitos neumáticos cuya presión está en el rango de 4 a 5 (bares), este interruptor de presión abre y cierra un circuito de control, en función del cambio de un valor de presión prefijado en el circuito neumático, la Figura 6 muestra el aspecto físico de este.



Figura 6.- Presostato de 0-10 (bares).

Fuente: (RS PRO, 2009)

Variadores de frecuencia

Para esta aplicación fue necesario contar con dos variadores de frecuencia Yaskawa A1000, ya que esta serie de variadores son los que poseen el software Electronic Line Shaft el cual permite realizar la sincronización entre los mismos, los variadores fueron seleccionados de acuerdo al voltaje de alimentación de 220 (VAC) y a la corriente nominal de los motores master y seguidor de 11 (A) y 6.5 (A) respectivamente.

Por recomendación del fabricante los variadores seleccionados fueron de la misma capacidad de corriente nominal de salida, cuyo modelo es CIMR – A U 2 A 0018 F AA.

Donde, CIMR representa el código de los variadores, A representa la serie del variador en este caso es un A1000, U representa el código de la región, 2 el tipo de tensión con el que trabajara el variador en este caso es 220 VAC trifásico, A representa que el modelo del variador es un estándar, 0018 representa el valor de la corriente nominal de salida del variador (18 A), F es el tipo de protección del gabinete en este caso se escogió el IP20 que es una protección diseñada para interiores, ya que el variador se colocó dentro de un tablero de control, A indica el tipo de ambiente en el que trabajará el variador, en este caso en un ambiente normal sin contaminantes que puedan causar daño al desempeño del variador.

En la Figura 7 se pudo observar el diseño del variador seleccionado.

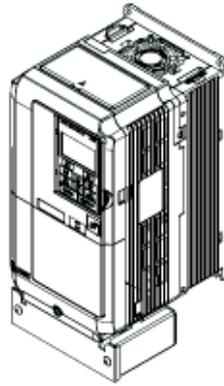


Figura 7.-Variador de frecuencia A1000

Fuente: (Yaskawa, 2015)

Encoders

Para llevar la información de posición y velocidad de los motores hacia los variadores, fue necesario contar con encoders incrementales acoplados a cada eje de los motores maestro y seguidor que proveen 4096 pulsos por revolución (PPR), con 6 canales de salida: 2 señales llamadas “canal A” y “canal B”, desplazadas 90°, que son necesarios para la detección del sentido de rotación del encoder. Además, el encoder cuenta con un “canal Z” que emite una señal una vez cada revolución normalmente cuando cruza por el eje de coordenadas “y”. (Ver Figura 8)

Este encoder también tiene señales diferenciales adicionales, llamadas A-, B- y Z- que son las señales invertidas de A, B y Z que sirven para que el controlador compare que cada par de señales sean iguales y se garantice que no haya errores durante la transmisión.



Figura 8.- Encoder incremental

Fuente: Propia

Controlador lógico programable

El sistema a implementar determinó el autómatas utilizado, esto se debe a que la máquina consta de señales de mando (sensores, pulsadores), y también se requiere accionar dispositivos de maniobra o actuadores. En la Tabla 1 se resume y se determina la necesidad de 13 salidas digitales, 2 salidas analógicas, 18 entradas digitales y un módulo de 4 entradas analógicas para termocuplas.

Tabla 1.- Entradas y salidas requeridas en el autómatas

Entradas digitales		Entradas análogas		Salidas digitales		Salidas análogas	
Cant.	Desc.	Cant.	Desc.	Cant.	Desc.	Cant.	Desc.
2	Disyuntores térmicos M1 y M2	4	Termocuplas tipo J	4	Relés de estado solido	1	Referencia frecuencia variador master
2	Sensores inductivos			6	Mandos máquina	1	Referencia frecuencia variador seguidor
1	Presostato			2	Electroválvulas		
5	Pulsadores			1	Luz indicadora		
8	Interruptores automáticos						

Fuente: Propia.

Una vez conocidas las entradas y salidas necesarias con las que debe disponer el controlador, se selecciona el PLC de CPU 1214C de la serie S7-1200 en la marca Siemens, debido a que comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLCs) que se pueden utilizar para numerosas tareas (Siemens, 2009). En la Figura 9 se observa al controlador que tiene una CPU compacta DC/DC/DC, con: 14 entradas digitales a 24 (VDC), 10 salidas digitales a 24 (VDC), 2 entradas analógicas de 0-10 (VDC), alimentación de 24 (VDC), Memoria de programas/datos 100 (KB).



Figura 9.- PLC S7-1200

Fuente: (Siemens, 2009)

Al escoger el PLC, al mismo tiempo se seleccionó los módulos de expansión necesarios para la aplicación como lo son: un módulo de 2 salidas analógicas, un módulo de 4 entradas analógicas para termocuplas, un módulo de 8 entradas digitales y un módulo 8 salidas digitales. Además se debe seleccionar el software de programación y el tipo de comunicación; siendo estos el Totally Integrated Automation Portal V15 (TIA PORTAL V15) (Ver Figura 10) y comunicación PROFINET. El software de programación permite elaborar el algoritmo de control y configurar la interfaz humano-máquina.

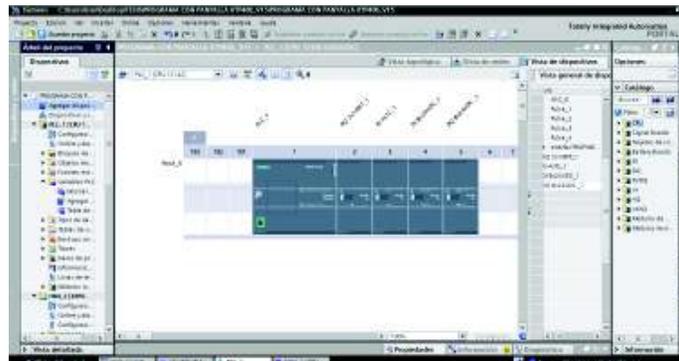


Figura 10.-TIA PORTAL V15

Fuente: Propia.

Interfaz humano-máquina

El panel táctil que se instaló en la máquina, se trata de una pantalla de 4" a color (KTP400 Basic PN).

La interfaz contiene un menú gráfico de selección de operación de la máquina, con botones de acción que son amigables con el operador. Todas las opciones que contenga la interfaz pueden ser visualizadas a través de varias pantallas de operación y acceso, el equipo seleccionado se puede observar en la Figura 11.



Figura 11.-Interfaz Humano-máquina

Fuente: (Fluitronic, 2018)

Fuente 24VDC

Considerando las características técnicas del PLC de CPU 1214C y la fuente que será remplazada por una nueva, se selecciona una fuente de 24 (VDC) y 5 (A) (SITOP PSU200M) para alimentar al PLC, sensores y actuadores. (Ver Figura 12).



Figura 12.-Fuente de 24VDC

Fuente: (Siemens, 2014)

3.1.4. Requerimientos operativos del sistema

Con el fin de asegurar la sincronización de corte de la máquina empaquetadora de galletas, se indica a continuación los requerimientos exigidos para la operación del sistema:

1. Mantener la sincronización de corte constante.
2. Monitoreo de la temperatura de las mordazas de corte y sellado (superior e inferior), así como de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras de sellado posterior del empaque, esto por medio de la interfaz humano-máquina en la que el operador puede visualizar digitalmente el valor de las temperaturas.
3. Monitoreo de la presión de los circuitos neumáticos presentes en la máquina.
4. Prevenir e identificar las sobrecargas en los motores que dan movimiento a la máquina.

Para cumplir con los objetivos planteados, se tuvo que implementar un sistema de control con 2 variadores de frecuencia Yaskawa, el software Electronic Line Shaft, encoders, un PLC y una interfaz humano-máquina, que permitió solucionar los problemas de sincronización de la máquina. Además, se tendrá facilidad para comandar y repararla, debido a que en la interfaz humano-máquina se identificarán las fallas y averías.

3.2. Construcción del sistema de control.

3.2.1. Sistema variadores de frecuencia – encoders.

La función Electronic Line Shaft (ELS) de los variadores de frecuencia permite que un variador (seguidor) siga con precisión la velocidad de referencia, la dirección y la posición de un maestro por medio de una señal de un encoder, en la Figura 13 se puede observar la conexión de configuración típica para trabajar con la función Electronic Line Shaft.

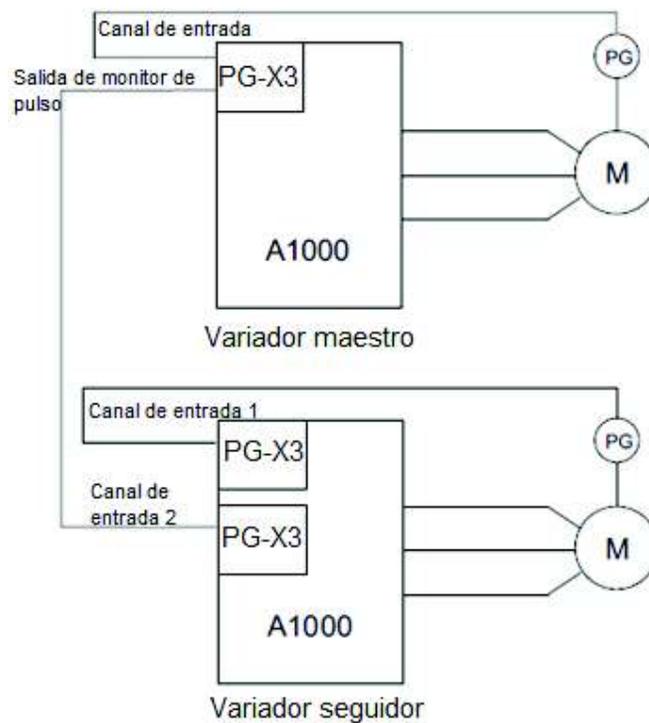


Figura 13.- Conexión de configuración típica de la función ELS.

Fuente: (Yaskawa, 2011)

La señal del encoder maestro se realimenta a una tarjeta PG instalada en el puerto CN5-B del variador seguidor (PG canal 2). Cuando se utiliza el modo de control V/f w/PG (control vectorial con realimentación de velocidad de encoder), la señal del encoder del seguidor se conecta a una tarjeta PG instalada en el puerto CN5-C del variador seguidor (PG canal 1) y la velocidad del codificador maestro se multiplica por la relación de transmisión programada para determinar la referencia de frecuencia del seguidor.

Mediante la configuración de parámetros del variador seguidor se pone a modo Electronic Line Shaft con sentido de marcha, esta configuración determina el error entre la posición del maestro y el seguidor, este error se envía a un controlador PI, que luego se agrega a la referencia de frecuencia calculada previamente, en la Figura 14 se muestra el diagrama de bloques simplificado de la función ELS.

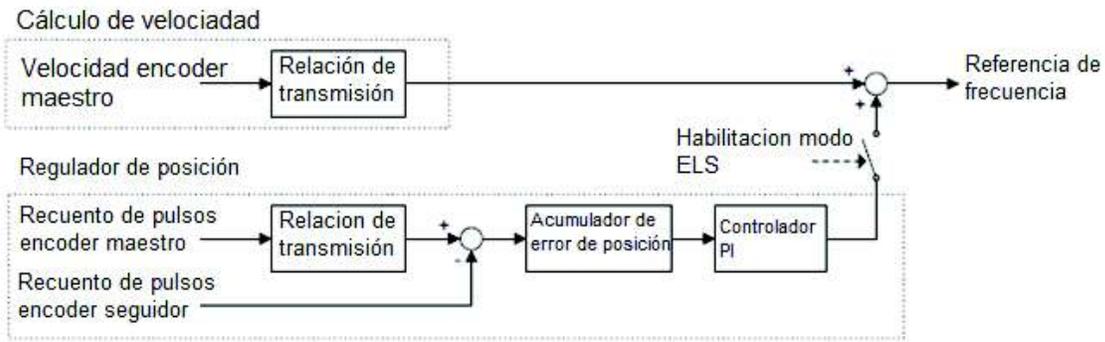


Figura 14.- Diagrama de bloques simplificado de la función ELS

Fuente: (Yaskawa, 2011)

El modo ELS con sentido de marcha funciona de la siguiente forma:

- Cuando se da un comando de marcha reversa, el seguidor coincidirá con la velocidad y la fase del maestro, pero en la dirección opuesta.
- Cuando hay un comando de marcha hacia adelante, el seguidor dará marcha en la misma dirección que el maestro.

Este modo tiene una función de alineación automática mediante el uso de 2 interruptores que para esta aplicación son un interruptor óptico de taca y un sensor inductivo conectados en las terminales del variador seguidor. Un interruptor indica la posición del maestro y el otro indica la posición del seguidor. Cuando la función de alineación está activada y la máquina está funcionando, la distancia entre los interruptores de disparo se mide y luego se compensa. (Ver Figura 15).

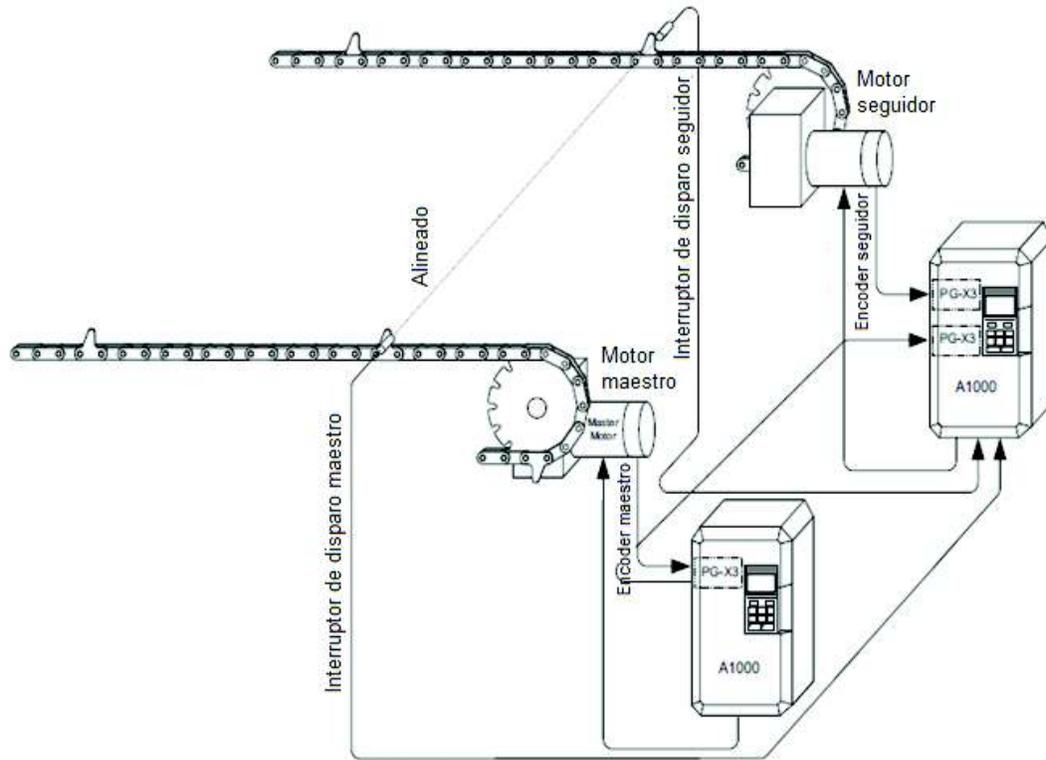


Figura 15.-Diagrama de alineación automática simple.

Fuente: (Yaskawa, 2011)

3.2.2. Planos de conexiones

Para elaborar el diagrama de control se utilizó el programa AutoCAD Electrical, el cual es un software especialmente para diseño de circuitos de control, este contiene varios esquemas y símbolos de un tablero eléctrico. (Pearson, 2010).

En los planos se detalla el diagrama de control del tablero, es decir el circuito que fue implementado para comandar la máquina, además de la disposición de los elementos que forman parte de él.

Toda instalación eléctrica ya sea residencial o de un tablero de control requiere de su respectivo diagrama de control, en el cual se debe especificar la numeración de las conexiones de los diferentes elementos y se deben seguir las normas eléctricas como la simbología en la instalación, los planos de conexión de control y fuerza de los elementos que pertenecen al sistema de control se los puede apreciar en el Anexo C.

3.2.3. Adecuación mecánica del tablero

Los tableros cuentan con una placa metálica en su interior, conocida como doble fondo, la cual permite trabajar fuera del tablero, debido a que esta puede ser retirada del interior del tablero, evitando incomodidades y brinda facilidades de manejo para colocar los elementos que formarán parte de éste.

Se realizó la distribución del espacio del doble fondo, y se procedió a colocar los rieles y las canaletas las mismas que deben tener un espacio aproximado de 100 (mm) entre sí, por normas técnicas. En la Figura 16 se muestra el doble fondo y la distribución de su espacio.



Figura 16.-Doble fondo del tablero y distribución del espacio

Fuente: Propia.

Se colocó una barra de potencia en la parte inferior del tablero para tener un punto común de las instalaciones que se deriven a tierra. Esta barra es importante por razones de seguridad para los equipos y personas. (Harper, 2004)

Mandos del tablero

Se fabricó una nueva placa para la parte frontal del tablero donde se colocó todos los elementos de mando y la interfaz humano-máquina. Se realizó una distribución previa y se marcó el lugar donde se ubicaron los mismos, luego se procedió a realizar los respectivos cortes y perforaciones en la placa, así como se muestra a continuación en la Figura 17 en la cual también se indica la disposición de los elementos.

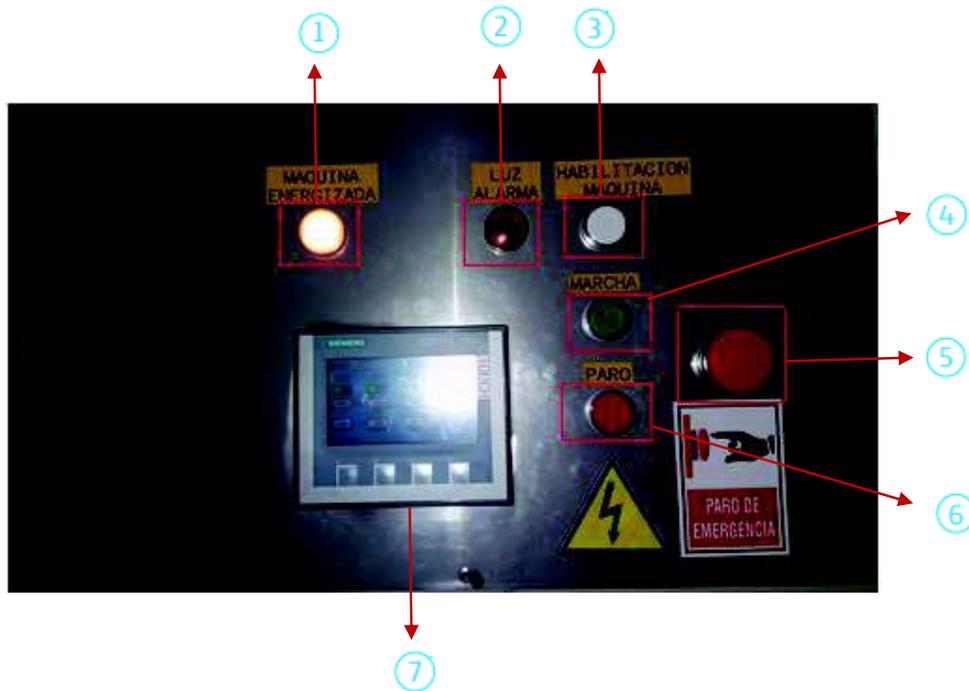


Figura 17.- Disposición de elementos en el tablero (Parte frontal)

Fuente: Propia.

1. Luz piloto amarilla: encendida, indica que el interruptor general de la máquina ha sido activado y que la máquina esta energizada.
2. Luz piloto roja: encendida, indica que alguna falla o alarma se ha activado y que la máquina esta deshabilitada.
3. Pulsador habilitación máquina: permite habilitar la máquina ya sea para empezar un proceso o luego de resetear alguna falla o alarma.
4. Pulsador marcha: permite dar marcha al proceso de empaquetado ya sea en modo manual o automático.
5. Pulsador de emergencia: permite parar la máquina de forma inmediata y la deshabilita.
6. Pulsador paro: permite parar el proceso de empaquetado cuando está en modo automático, tener en cuenta que la máquina se detendrá cuando esté en fase, es decir las mordazas de corte y sellado lleguen al punto de referencia para detenerse.
7. Interfaz humano-máquina: permite monitorear y controlar el proceso por medio de un menú gráfico de selección de operación de la máquina, con botones de acción que son amigables con el operador.

Montaje de los elementos en el tablero.

Fue necesario que se ubiquen los elementos que forman parte del tablero, donde estos fueron asignados por criterio propio con fin de facilitar las conexiones, como se observa en la Figura 18.



Figura 18.-Disposición de los elementos en el interior del tablero

Fuente: Propia

De igual forma se deben asegurar los elementos de la parte frontal del tablero, empleando el mecanismo que estos incorporan para sujetarse, los pulsadores, las luces piloto y la interfaz humano-máquina tienen unos pernos que permiten la sujeción de los mismos. En la Figura 17 se puede observar cómo se ubicó los elementos.

3.2.4. Cableado del sistema.

En el cableado del sistema de control se usó el conductor #18 (AWG) y se etiquetó cada uno de los cables usando la lógica de control para conectar todos los elementos que forman parte del sistema.

El diámetro del cable utilizado para las conexiones variador-motor es de 10 (AWG), para la verificación se utilizó como referencia la información proporcionada por el fabricante de los variadores, quien indica que se puede utilizar como máximo un cable 10 (AWG) y como mínimo un 14 (AWG).

En las señales que emite el encoder hacia los variadores se utilizó cable de instrumentación apantallado de 9 hilos, como se puede apreciar en la Figura 19.

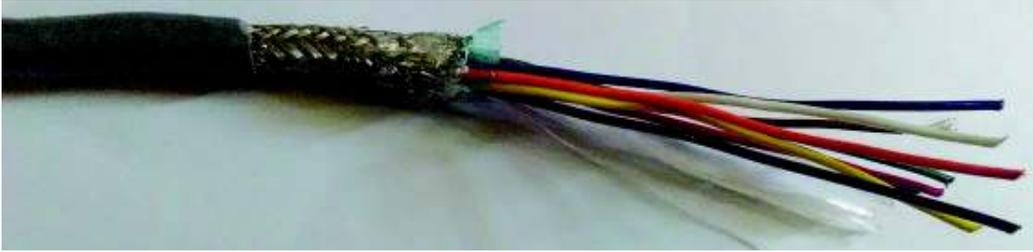


Figura 19.-Conductor utilizado para la conexión de las señales del encoder.

Fuente: Propia.

Todo el cableado se lo realizó con la mayor concentración posible siguiendo normas de conexión en los tableros de control y se los codificó con etiquetas para una fácil identificación, se puede apreciar esto en la Figura 20.

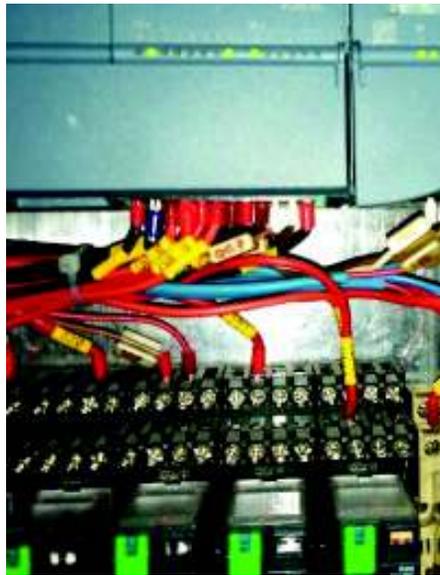


Figura 20.-Codificación del cableado

Fuente: Propia.

La conexión de la interfaz humano-máquina se realizó de la siguiente manera: el dispositivo dispone de 2 terminales para la alimentación, una conexión ethernet para interfaz PROFINET y un perno para conexión a tierra. En la Figura 21 se muestra los componentes de la interfaz humano-máquina.

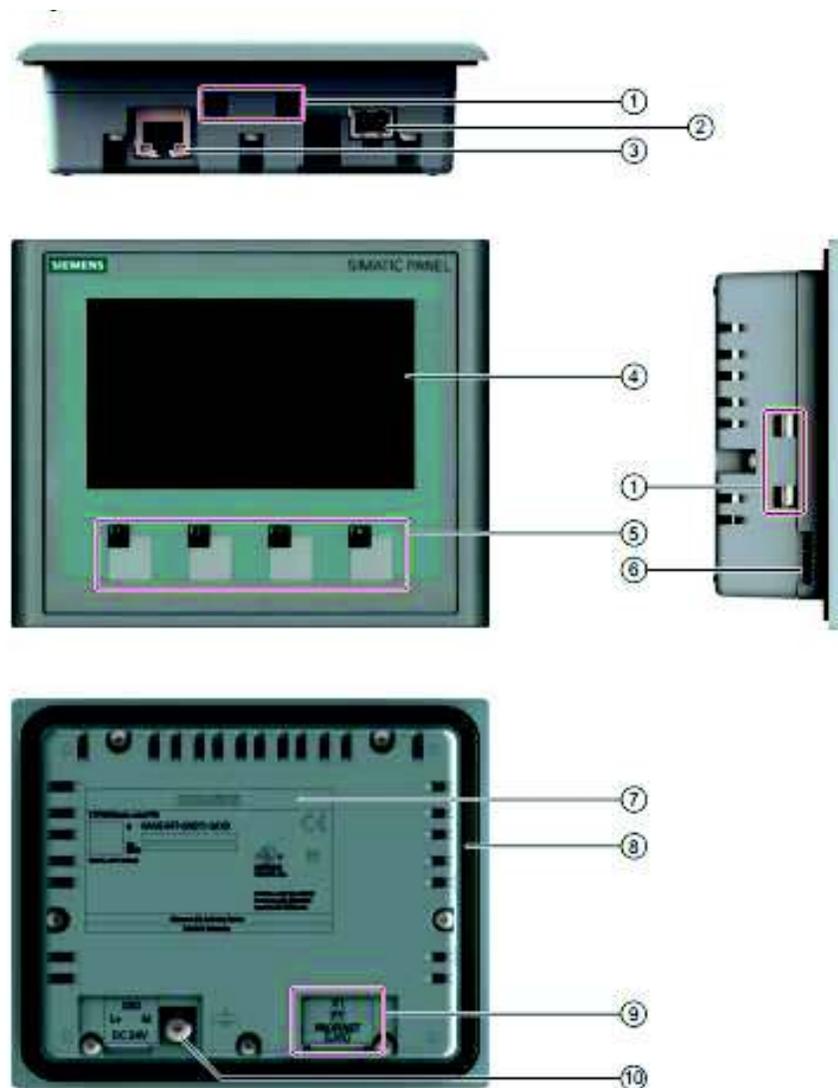


Figura 21.- Componentes de la interfaz humano-máquina.

Fuente: (Siemens, 2012)

1. Escotaduras para mordazas de fijación.
2. Conexión para la fuente de alimentación.
3. Interfaz PROFINET.
4. Pantalla táctil.
5. Teclas de función.
6. Guía para una tira rotulable.
7. Placa de características.
8. Junta de montaje.
9. Nombre del puerto.
10. Conexión de tierra funcional.

3.3. Acondicionamiento del sistema electromecánico.

3.3.1. Identificar entradas y salidas del PLC

Para el presente proyecto el PLC que se utilizó es de la serie S7-1200 de la marca Siemens, la distribución de los terminales es la indicada en las siguientes Tabla 2 y Tabla 3:

Tabla 2.-Mapa de entradas/salidas digitales del PLC

	Entradas digitales	Funcion	Salidas Digitales	Funcion
PLC 6ES7 214-1AG40-0XB0	%I0.0	Disyuntor termico M1	%Q0.0	Q1 (Resistencia electrica mordaza inferior)
	%I0.1	Disyuntor termico M2	%Q0.1	Q2 (Resistencia electrica mordaza superior)
	%I0.2	10QM1B (Guardamotor master)	%Q0.2	Q3 (Resistencia electrica ruedas termosoldadoras)
	%I0.3	11QM1B (Guardamotor seguidor)	%Q0.3	Q4 (Resistencia electrica precalentamiento ruedas)
	%I0.4	SENSOR EMBRAGUE C Y S	%Q0.4	MANDO MOTOR MASTER
	%I0.5	PRESOSTATO	%Q0.5	MANDO MOTOR SEGUIDOR
	%I0.6	PARO EMERGENCIA FISICO	%Q0.6	MARCHA MAQUINA
	%I0.7	PARO EMERGENCIA FISICO(1)	%Q0.7	MANDO CUBO PORTA BOBINA
	%I1.0	7QF3D (Breker alimentacion 24VDC)	%Q1.0	MANDO APERTURA RUEDAS LATERALES
	%I1.1	3QF1B (Breker alimentacion transformador 3T1C)	%Q1.1	AVANCE MANUAL RUEDAS
	%I1.2	3QF1D (Breker alimentacion 110VAC)		
	%I1.3	3QF3D (Breker alimentacion 230VAC)		
	%I1.4	27SQ4A (Final de carrera carter C y S)		
	%I1.5	27SQ4B (Final de carrera acoplamiento C Y S)		
	6ES7 221-1BF32-0XB0	%I16.0	SENSORES PARADA EN FASE	
%I16.1		PULSADOR MARCHA FISICO		
%I16.2		PULSADOR PARO FISICO		
%I16.3		PULSADOR HABILITACION FISICO		
6ES7 222-1BF32-0XB0			%Q20.0	SELECCION # DE ESPATULAS
			%Q20.1	SENSOR OPTICO
			%Q20.2	LUZ ALARMA

Fuente: Propia.

Tabla 3.- Mapa de entradas/salidas análogas del PLC

	Entradas analogas	Funcion	Salidas analogas	Funcion
6ES7 231-5QD32-0XB0	%IW112	TERMOCUPLA ESPATULA INFERIOR C Y S		
	%IW114	TERMOCUPLA ESPATULA SUPERIOR C Y S		
	%IW116	TERMOCUPLA RUEDAS TERMOSOLDADORAS		
	%IW118	TERMOCUPLA PRECALENTAMIENTO RUEDAS		
6ES7 232-4HB32-0XB0			%QW96	VELOCIDAD ESC
			%QW98	LONGITUD PAQUETE ESC

Fuente: Propia.

3.3.2. Programa y diagramas de flujo del PLC

El PLC está encargado de coordinar el funcionamiento de los variadores del sistema de sincronización, con las señales de entrada y salida requeridas en el autómata antes indicadas el PLC puede poner en marcha o parar el proceso de empaquetado ya sea en los modos manual o automático.

El algoritmo entra en funcionamiento siempre y cuando la máquina esté habilitada, se selecciona el número de mordazas con las que se va a trabajar y se realiza el control para que la máquina pare en fase cuando se ha presionado el pulsador de paro.

En caso de que la máquina esté en marcha y se active alguna seguridad de la misma automáticamente se debe detener el proceso de producción y en caso de que esté parada no se pueda dar marcha.

Cuando la presión de los circuitos neumáticos sea menor a 4 bares la máquina se deshabilitará inmediatamente y se permitirá habilitar la máquina cuando se haya superado el percance. En la Figura 22 se indica el diagrama de flujo antes descrito.

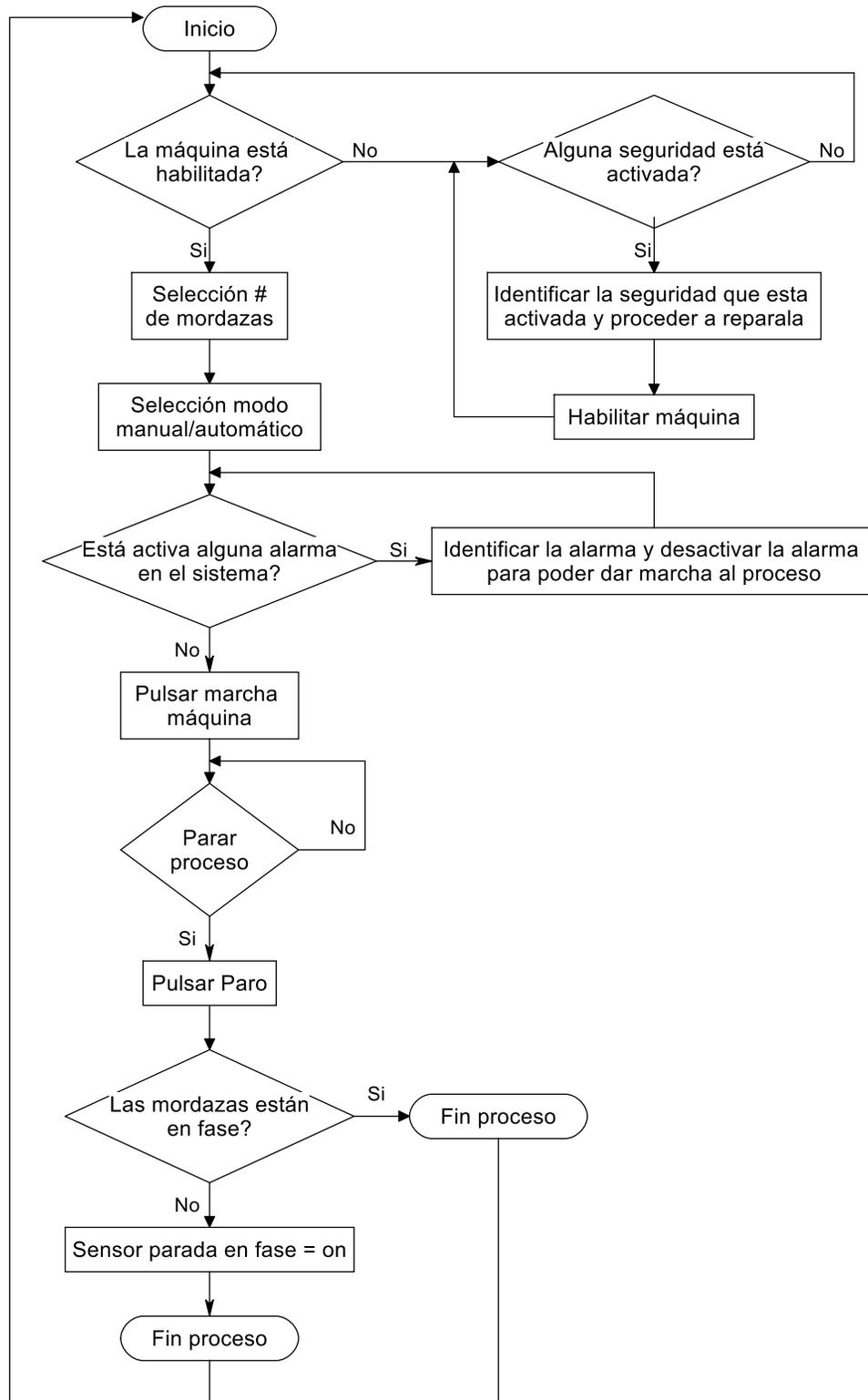


Figura 22.- Diagrama de flujo PLC mando motores empaquetadora.

Fuente: Propia.

El encendido y apagado de las resistencias eléctricas que calientan las mordazas de corte y sellado, como también las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras, se controlan mediante diferentes salidas del PLC.

Diferentes interruptores son los que permiten que las resistencias empiecen su ciclo de mantener la temperatura en los valores de set point.

El control de la desviación de la temperatura y el set point la realizan 4 reguladores PID previamente configurados para las 4 resistencias que existen en el sistema, el encendido y apagado de las resistencias debido a cambios en la temperatura se obtiene revisando el valor de salida OutputHeat de cada regulador que es de tipo real y varía entre 0 y 100%, las señales para obtener la temperatura son dadas por 4 termocuplas acopladas a los diferentes canales del módulo de expansión del PLC (%IW112, %IW114, %IW116, IW118). Los valores usados para configurar los parámetros PID fueron obtenidos por prueba y error, y gracias al análisis detallado del proceso de cálculo establecido en la tesis "Diseño y construcción de un módulo didáctico de control de temperatura" investigado por Ricardo Betancourt Maldonado y Freddy Giovanny Flores, dando $K_p = 5$, $K_d = 0.06$, $K_i = 0.05$.

En el caso particular del programa, las señales de salida de los bloques PID (OutputHeat) son comparadas, cuando el valor de la salida OutputHeat es mayor que el 50%, se encenderá la resistencia eléctrica.

Esta permanecerá encendida hasta que el valor disminuya a menos del 50%, este control permite mantener la temperatura cercana al valor del set point, en la Figura 23 se puede ver el diagrama de flujo del control de temperatura de las diferentes resistencias eléctricas.

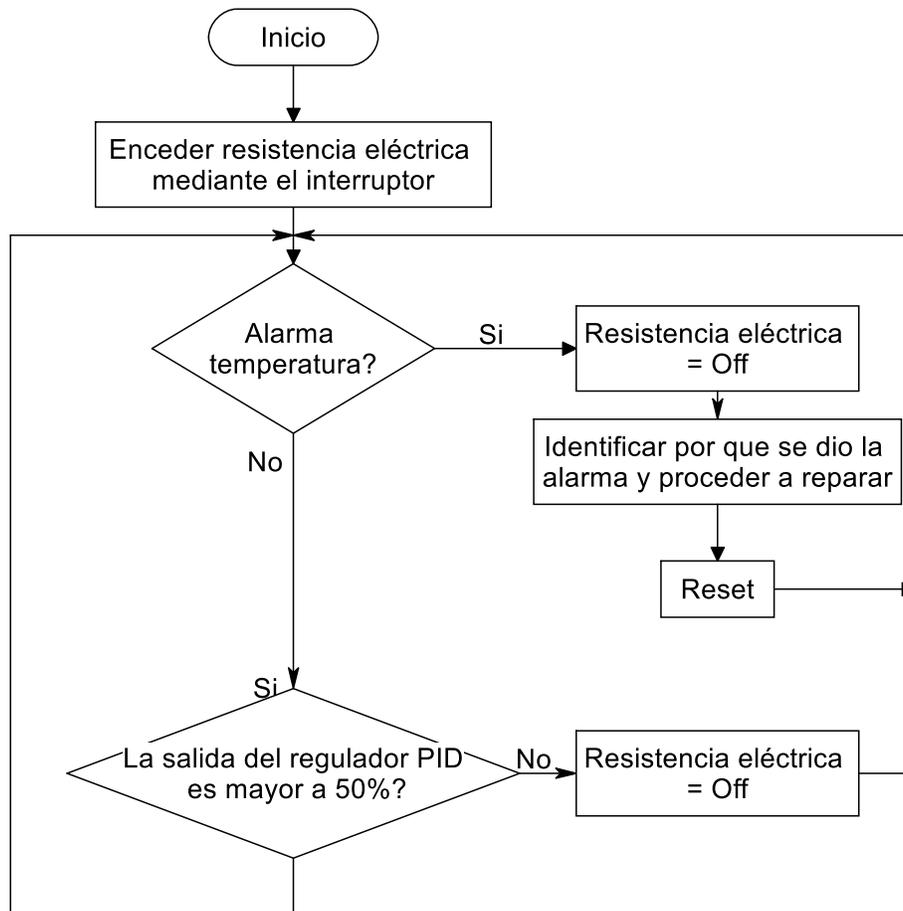


Figura 23.-Diagrama de flujo control temperatura

Fuente: Propia.

El programa realizado utiliza el lenguaje FBD (Diagrama de bloques de función) para cumplir con los requisitos del programa, por ejemplo, para llevar a cabo el mando de los motores de la empaquetadora se usan diferentes tipos de bloques de función, en la Figura 24 se muestra parte del código implementado en el PLC.

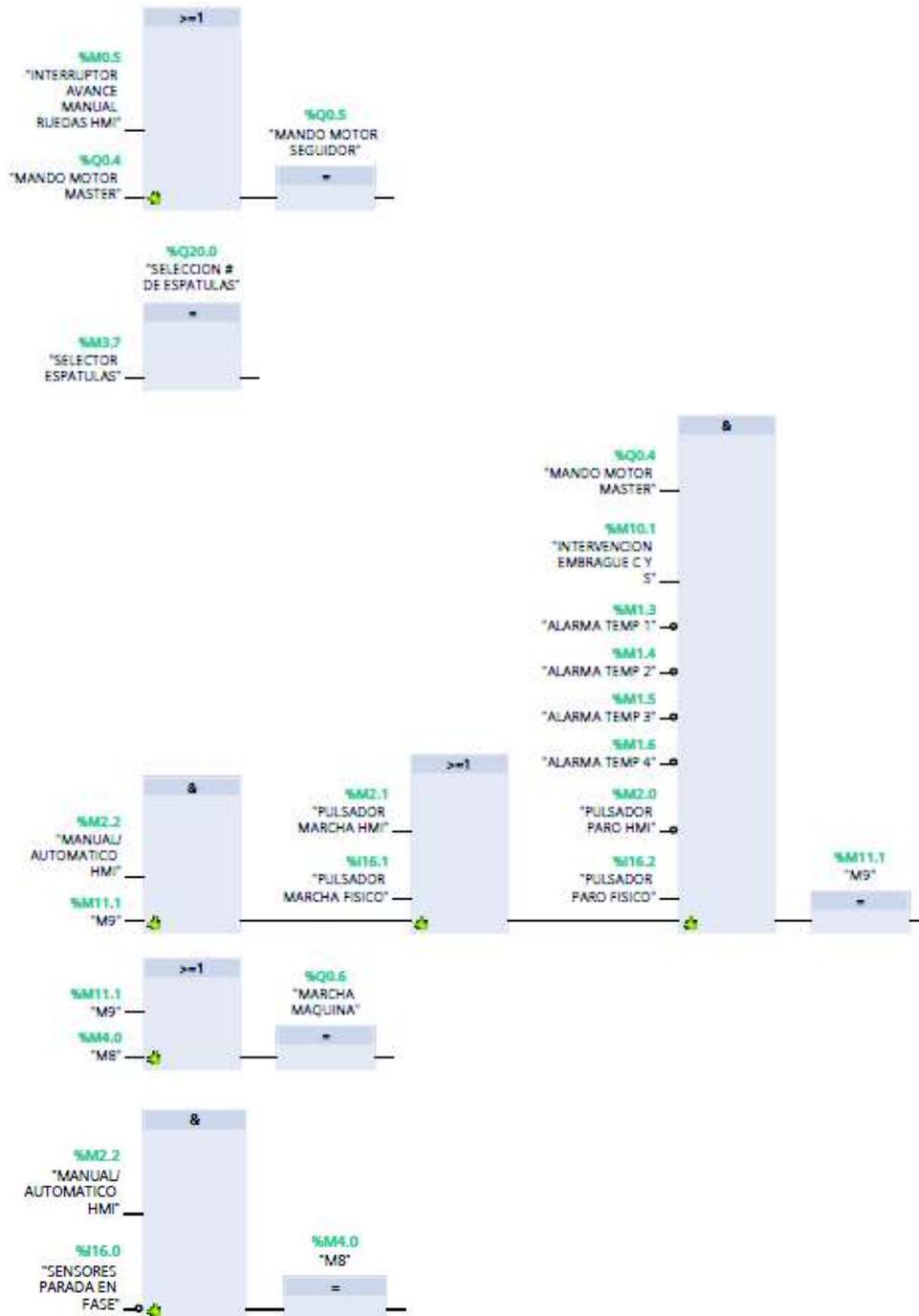


Figura 24.- Parte del programa diseñado en el PLC

Fuente: Propia.

El código indicado tiene relación con el algoritmo de control para poner en marcha o parar el proceso de empaquetado ya sea en los modos manual o automático, el algoritmo entra en funcionamiento siempre y cuando la máquina está habilitada, se selecciona el número de mordazas con las que se va a trabajar y se realiza el control para que las mordazas de corte y sellado pare en fase cuando se ha presionado el pulsador de paro.

3.4. Construcción de la interfaz humano-máquina.

Para facilitar la visualización del estado del sistema, así como los eventos de alarma o falla del mismo, se instala la pantalla KTP400 Basic PN, que ofrece de forma estándar numerosas funciones de software, a saber: sistema de avisos, administración de recetas, funcionalidad de curvas y cambio de idioma. Los usuarios se benefician así de las ventajas de la visualización, así como de una calidad del proceso mejorada. Este panel está equipado con una pantalla táctil y también posee teclas de función, por medio de estas se maneja el proyecto que se está ejecutando en el panel.

Para visualizar procesos de trabajo automatizados se crea un proyecto, las imágenes que forman parte de él contiene vistas para valores y avisos que informan de los estados del proceso.

3.4.1. Diseño de las pantallas de la interfaz humano-máquina.

Para realizar el diseño de cada una de las pantallas de la interfaz, se tomó en consideración las recomendaciones y necesidades expuestas por los maquinistas y personal eléctrico encargado de la máquina.

La interfaz terminada cuenta con 10 pantallas diferentes, con botones de navegación para que el operador pueda realizar todas las operaciones necesarias en el HMI. En el Anexo D se puede evidenciar un diagrama de flujo de la secuencia que siguen las pantallas del HMI al ser accionadas por cada uno de los botones correspondientes, también se aprecia una breve reseña de la función de cada una de las pantallas.

Pantalla principal del proyecto

La pantalla principal del HMI se muestra en la Figura 25, en la cual se puede ver el nombre de la máquina a la que pertenece el HMI, mediante los botones de función que se encuentran bajo cada imagen ubicadas en la parte inferior de la pantalla se tiene acceso a las pantallas de señalización de alarmas y al menú.

En la parte superior de todas las pantallas del HMI, se puede observar el logo de la empresa, el nombre de la pantalla, la fecha y hora actual, cada uno de los gráficos utilizados para los botones de la pantalla fueron elegidos tomando en cuenta recomendaciones del operador de la máquina para su fácil identificación. Cada tecla de función que incorpora la pantalla realiza lo que se indica en la imagen que se encuentra ubicada sobre cada tecla.



Figura 25.-Pantalla principal del HMI

Fuente: Propia.

Pantalla de menú

La siguiente pantalla que se presenta es la de menú, mostrada en la Figura 26, en esta pantalla se pueden apreciar los botones de acceso a las demás pantallas del HMI, cada botón está debidamente identificado con el nombre de la sección a la que dirige.



Figura 26.- Pantalla de menú

Fuente: Propia.

Pantalla de control de temperatura.

En la Figura 27, se muestra la pantalla de control de temperatura de las mordazas de corte y sellado, como de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras, en esta pantalla se presentan los datos de las temperaturas actuales de los calefactores, se disponen botones para encender las resistencias eléctricas de calefacción y de campos para visualizar e ingresar nuestro set point. Mediante los botones de función se puede acceder a las demás pantallas del HMI.

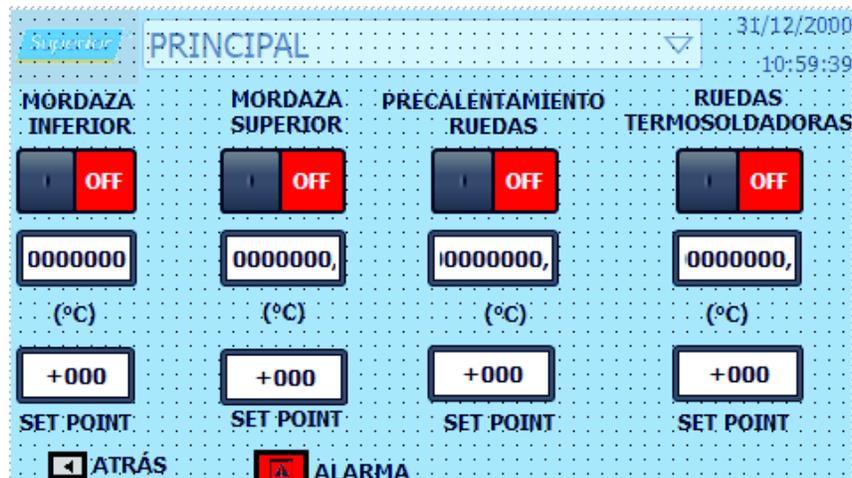


Figura 27.- Pantalla de control de temperatura.

Fuente: Propia.

Pantalla de formato de empaque.

La pantalla de formato de empaque de la máquina, indicada en la Figura 28, da opciones de cambiar seteos tales como:

- Velocidad de trabajo de la máquina.

Modifica la referencia de velocidad que se da al variador maestro, el cual varia el número de paquetes por minuto que produce la máquina.

- Longitud de paquete.

Al modificar la longitud de paquete, se aumenta o disminuye la distancia de corte de cada paquete, es por esto que la longitud viene dada por cada formato de paquete.

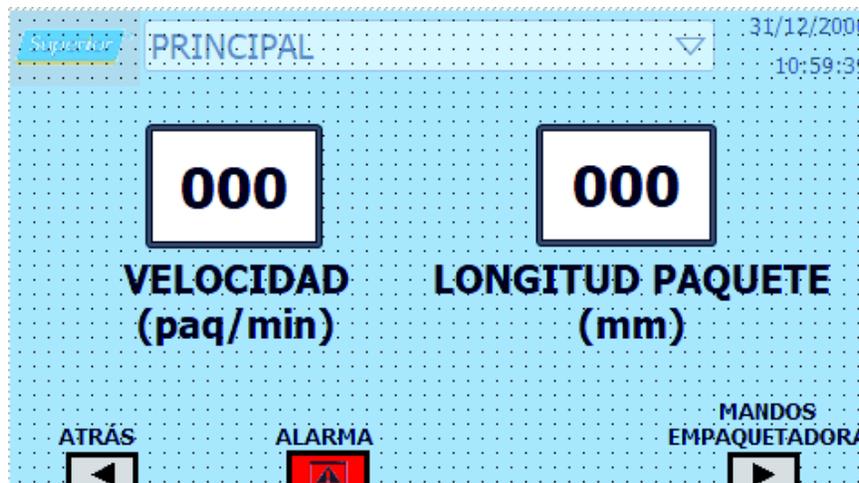


Figura 28.- Pantalla de formato de empaque.

Fuente: Propia.

Pantalla mandos empaquetadora

En la Figura 29, se muestran la pantalla mandos empaquetadora, en la que se tiene disponible los siguientes controles del sistema.

- Selección # de mordazas.

El funcionamiento de la máquina con una o dos mordazas es una opción que permite trabajar con varios formatos de empaque, al trabajar con una sola mordaza la máquina permite procesar paquetes largos por encima de los 200 (mm), la máquina normalmente trabaja con dos mordazas ya que los paquetes que salen de la máquina son pequeños y medianos. Esta es una herramienta que se usa para hacer pruebas de empaque de paquetes largos en caso de que se esté pensando en algún nuevo producto.

- Habilitación máquina.

Habilitar la máquina permite, activar los contactores que alimentan los variadores que a su vez controlan los motores de la máquina, con el fin de que el operador haya dejado todo a punto y esté seguro de que quiere dar marcha al proceso.

- Habilitación fotocélula

La fotocélula de la máquina (sensor óptico de taca) es una de las partes fundamentales en la sincronización de corte, si la señal del sensor no llega al variador seguidor, es imposible que la máquina realice la sincronización. Se dejó disponible esta opción en la interfaz debido a que es necesario en ciertos casos para la calibración de la máquina y para realizar pruebas de nuevos productos.

- Abrir cárter mordazas.

Esta opción se usa cuando se requiere trabajar con el carter de las mordazas abierto en caso de calibración, este interruptor deshabilita que se produzca una alarma en la máquina cuando el cárter está abierto.

- Selección manual/automático.

El funcionamiento de la máquina en modo manual/automático es una opción que permite dar marcha a la máquina continuamente o por impulsos, al trabajar de forma manual se dará marcha por impulsos es decir solamente cuando se pulsa marcha, la máquina al trabajar en modo automático será necesario únicamente un pulso de marcha para que la máquina produzca continuamente. El modo manual es usado más para casos de calibración de corte de la máquina.

- Marcha máquina.

El pulsador de marcha permite, activar los terminales que dan marcha tanto al variador maestro, como seguidor que dan movimiento al sistema.

- Paro máquina.

El pulsador de paro de la máquina es una parte importante dentro de cualquier sistema de control, si este no existiere sería imposible ponerle pausa o fin a algún proceso.

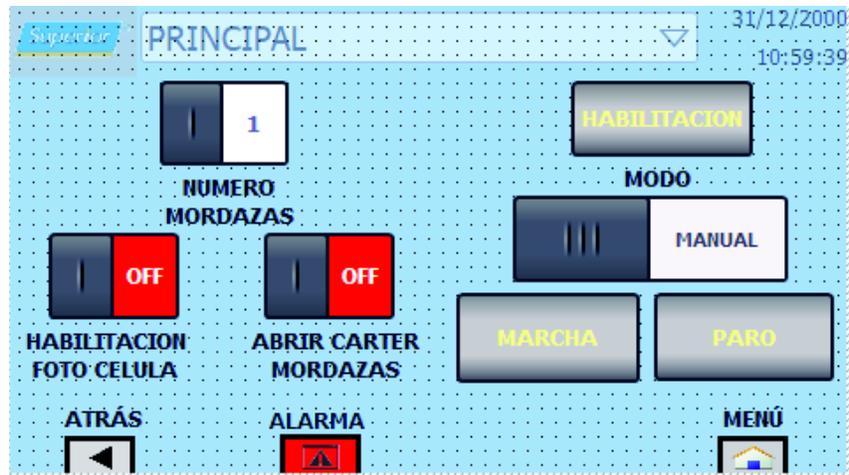


Figura 29.- Pantalla mandos empaquetadora.

Fuente: Propia.

Pantalla de calibración de la máquina.

La pantalla de calibración de la máquina de la Figura 30, muestra los mandos para calibrar la máquina como:

- Sujeción rollo papel de empaque.

Es una opción que permite presurizar una línea neumática que sujeta el rollo, cuando la lámina ya ha sido centrada y el empaque está en las condiciones idóneas para empezar un proceso continuo.

- Apertura ruedas laterales.

Permite mediante neumática abrir o cerrar las ruedas de sellado posterior del empaque, esta opción es usada para introducir el papel del empaque en las ruedas en caso de empezar un proceso o el papel sale de las ruedas.

- Avance manual ruedas.

El interruptor avance manual ruedas ayuda a que el papel una vez introducido en las ruedas recorra y se introduzca en las demás.

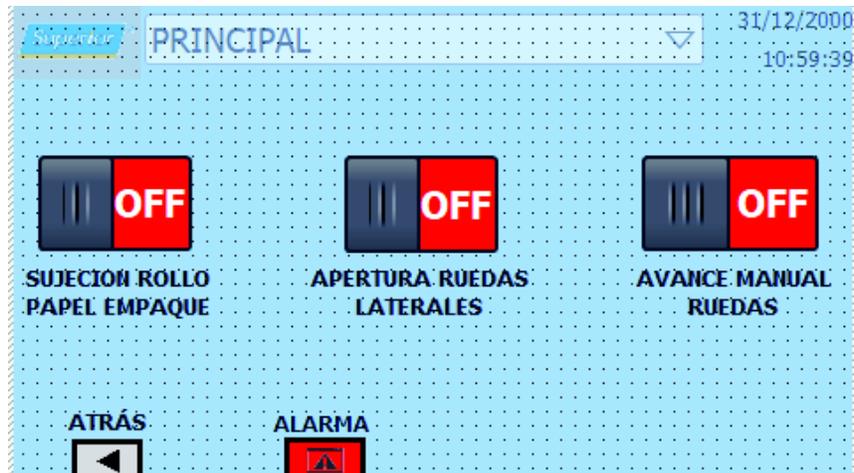


Figura 30.- Pantalla de calibración de la máquina.

Fuente: Propia.

Pantallas de alarmas.

En la Figura 31 y Figura 32 se aprecia la pantalla de alarmas, que es encargada de indicar el estado de todas las alarmas que se presentan en la máquina que impiden su funcionamiento, cada falla o alarma tiene una luz indicadora color rojo, además del texto correspondiente.

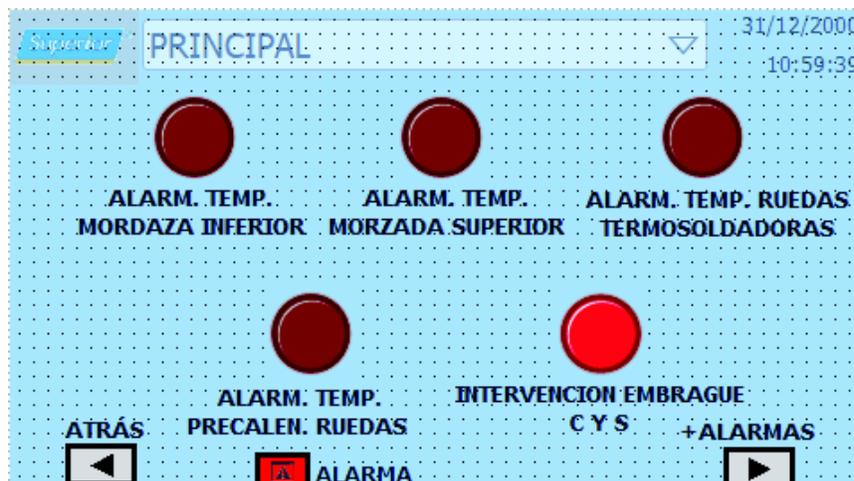


Figura 31.- Pantalla de alarmas

Fuente: Propia.



Figura 32.- Pantalla de alarmas 1

Fuente: Propia.

Cuando la falla es corregida, automáticamente se apaga la luz indicadora, fue necesario crear 2 pantallas de señalización ya que se tiene una cantidad de 9 señaléticas, el espacio reducido de la pantalla no es suficiente para mostrar todas a la vez.

Pantalla de historial de fallas y alarmas.

En la Figura 33, se muestra la pantalla historial de fallas y alarmas, en ésta, se muestran ubicadas las fallas más propensas a ocurrir y que generan paros en la máquina, se muestra el número de falla y el texto en el que se explica cuál es el problema.

Cuando la falla o alarma es corregida, automáticamente desaparece de la sección, si se acciona el botón "Texto informativo" ubicado en la parte inferior izquierda del visor de avisos se abre una ventana que indica la ubicación física de cada una de las fallas presentes en la máquina.

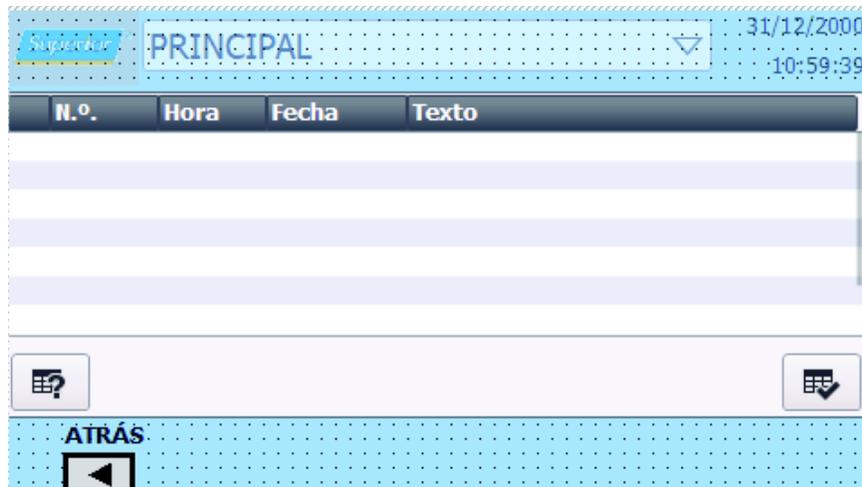


Figura 33.- Pantalla historial de fallas y alarmas.

Fuente: Propia.

Pantalla de recetas.

En la Figura 34, se observa la pantalla de recetas, en esta se muestran mediante botones todos los formatos de galleta que se empaican en la máquina, es necesario recalcar, que, para seleccionar un formato de empaque, el personal deberá ingresar correctamente un usuario y contraseña.

Se decidió utilizar esta seguridad ya que solo el personal autorizado deberá modificar seteos o ajustes internos de la máquina.



Figura 34.- Pantalla de recetas

Fuente: Propia.

3.4.2. Administración de usuarios del HMI

En la interfaz humano-máquina, cuando el personal autorizado desea seleccionar una receta, mostrada en la Figura 34, se despliega una pantalla que solicita ingresar un usuario y contraseña, esto con el fin de evitar cambios en las configuraciones de la máquina realizados por error del operador.

Para lograrlo, fue necesario crear un usuario llamado “FP070” que dispone de privilegios que le permiten acceder a un tipo de receta, el usuario se puede apreciar en la Figura 35.

Usuarios						
	Nombre	Contraseña	Cierre de sesión autom..	Tiempo de cierre de sesió	Número	Comentario
	FP070	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	El usuario 'Administrador' se .
	<Agregar>					
Grupos						
	Miembro de	Nombre	Número	Nombre de visualización	Caducidad de l...	Comentario
		Grupo de administradores	1	Grupo de administradores	<input type="checkbox"/>	El grupo 'Administradores' ti...
		Usuarios	2	Usuarios	<input type="checkbox"/>	El grupo 'Usuarios' tiene inici..
	<Agregar>					

Figura 35.- Usuarios de la Interfaz.

Fuente: Propia.

3.5. Pruebas de funcionamiento del sistema.

Dado que el tablero elaborado es un sistema que combina la electrónica de potencia de los variadores de frecuencia para controlar a los motores que posee la máquina, con el mando dado por el PLC, que es el que coordina el funcionamiento general del sistema, es necesario realizar un proceso de pruebas que va desde la verificación de conexiones eléctricas hasta la respuesta dinámica del sistema frente a perturbaciones.

En el diagrama de flujo indicado en la Figura 36 se puede observar un resumen esquemático de las pruebas realizadas al tablero, en general las pruebas son divididas en 3 partes:

- Pruebas generales eléctricas.
- Pruebas lógicas.
- Pruebas de desempeño dinámico.

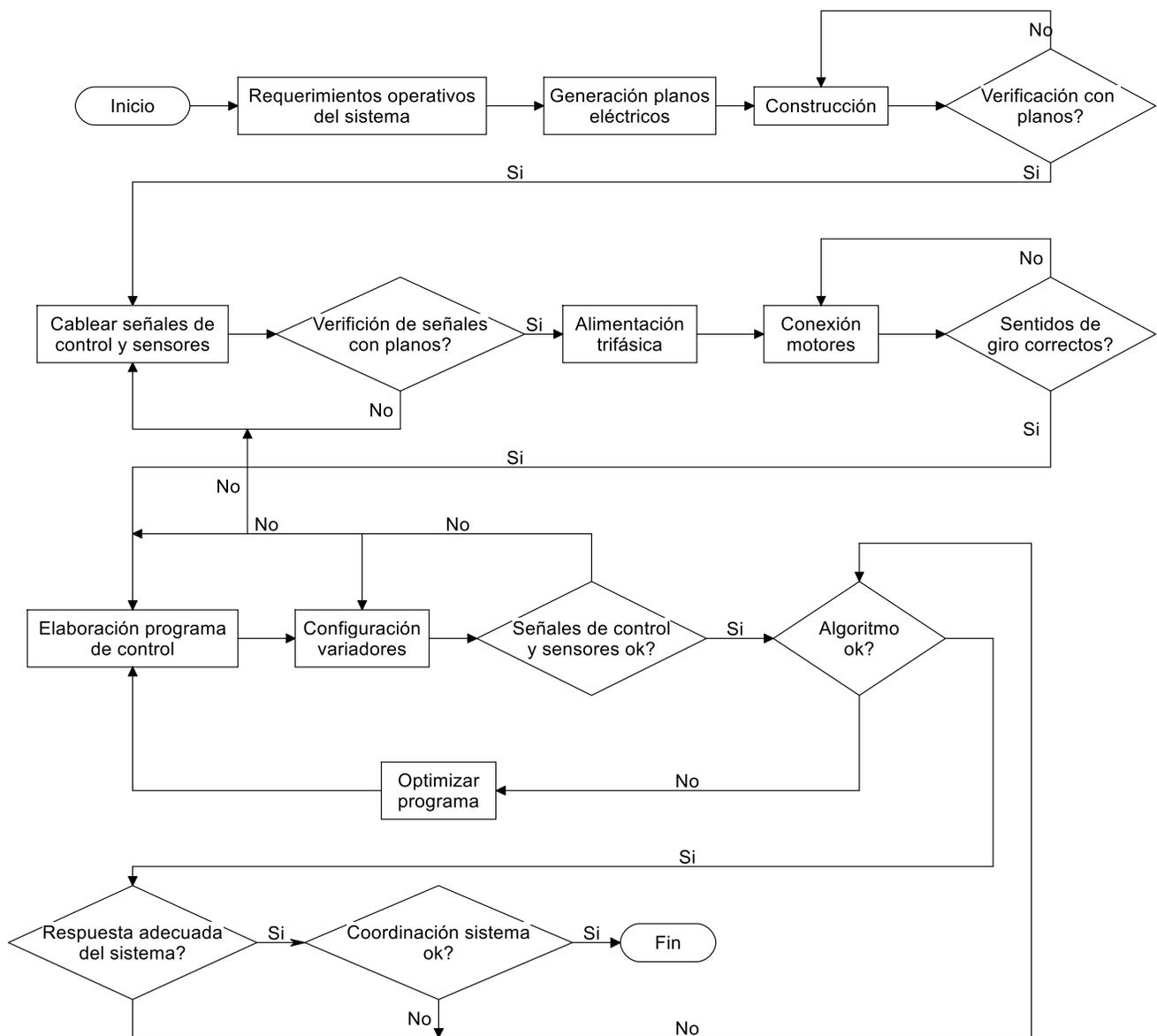


Figura 36.- Diagrama de flujo de pruebas

Fuente: Propia.

3.5.1. Pruebas generales eléctricas.

Con el tablero de control ensamblado se procedió a realizar la conexión de la alimentación trifásica principal, la misma que está conectada a un interruptor general del tablero, se realizaron mediciones en las líneas de fuerza tanto de la alimentación principal, después del interruptor general y del filtro-transformador con el fin de comprobar los voltajes. Los valores fase-fase obtenidos en cada instalación muestran un valor promedio cercano a los 220 (V), los cuales están especificados en la Tabla 4.

Tabla 4.- Voltajes de las instalaciones

INSTALACIÓN	VOLTAJE (R-S)	VOLTAJE (R-T)	VOLTAJE (S-T)	VOLTAJE (R-PE)	VOLTAJE (S-PE)	VOLTAJE (R-PE)
ALIMENTACIÓN PRINCIPAL	222,8 (V)	222,3 (V)	222,6 (V)	121,7 (V)	121,0 (V)	121,4 (V)
INTERRUPTOR GENERAL	223,0 (V)	222,4 (V)	222,7 (V)	121,8 (V)	121,5 (V)	121,0 (V)
FILTRO-TRANSFORMADOR	222,5 (V)	223,0 (V)	222,0 (V)	121,0 (V)	121,8 (V)	121,1 (V)

Fuente: Propia.

Se comprueba la tensión de control obtenida mediante la fuente obteniendo un valor estable de 24,3 (VDC), también se verifica el encendido normal de los variadores y el PLC.

También se verificó que la longitud del cable utilizado para las conexiones variador-motor esté dentro del rango permitido para operación sin reactancia de salida que va de 0-50 (m), la longitud desde los motores hasta los variadores es menor a 2 (m), los calibres y longitudes de los cables de conexión se los puede observar en la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5.- Calibre y longitud de los cables de conexión variador-motor (Maestro)

	U	V	W
Calibre	10 (AWG)	10 (AWG)	10 (AWG)
Longitud	1.83 (m)	1.83 (m)	1.83 (m)

Fuente: Propia.

Tabla 6.- Calibre y longitud de los cables de conexión variador-motor (Seguidor)

	U	V	W
Calibre	10 (AWG)	10 (AWG)	10 (AWG)
Longitud	1.47 (m)	1.47 (m)	1.47 (m)

Fuente: Propia.

Luego, se procedió a verificar el estado de los elementos de protección (termomagnéticos), como se observa en la Tabla 7 se comprueba que cortan el paso de corriente cuando se genere una corriente pico de cortocircuito, con el objetivo de brindar seguridad a las personas como a los elementos electrónicos conectados a ellos.

Tabla 7.- Revisión de los elementos de protección en el tablero de control.

BREAKER	PROTEGE	NO PROTEGE
1QM1B	✓	
3QF1B	✓	
3QF1D	✓	
3QF3D	✓	
7QF3D	✓	
7QF5A	✓	
7QF6A	✓	
8QF5A	✓	
8QF6A	✓	

Fuente: Propia.

Se revisó las conexiones eléctricas de los motores, dado que la operación de estos se realiza a 220 (VAC) la conexión es en delta, en esta etapa se aprovecha para verificar la instalación del conductor de tierra tanto para los motores como para los variadores. (Ver Figura 37).



Figura 37.- Conexión eléctrica del motor maestro.

Fuente: Propia.

Mediante el software de programación para los variadores DriveWizard Industrial Figura 38, se verificó que los parámetros de los motores coincidan con los datos de placa de los mismos y se los hace girar a una frecuencia baja para poder apreciar que el sentido de giro de cada motor sea correcto. Se corrigió el sentido de giro del motor seguidor dando marcha en el terminal de reversa sin necesidad de cambiar de posición el cableado de alimentación del motor.

E1-05	Max. voltage	220,0 VAC
E1-13	Base voltage	220,0 VAC
E2-01	Motor rated current	9,00 A
E2-02	Motor rated slip	9,73 Hz
E2-03	Motor no-load current	6,48 A
E2-04	Number of motor poles	2
E2-05	Motor line-to-line resistance	1,020 Ohm
E2-06	Motor leak inductance	40,0 %
E2-11	Motor rated output	2,70 kW

Figura 38.- Parámetros del motor maestro.

Fuente: Propia.

Se revisó nuevamente el estado de los cables, las interconexiones del tablero, el estado de las protecciones y la respuesta de las entradas/salidas digitales y analógicas tanto de los variadores como del PLC, dicha verificación se la realiza con el multímetro y con la ayuda de las herramientas de diagnóstico del PLC y del variador. (Ver Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15)

Tabla 8.- Respuesta de entradas digitales Variador Maestro.

ENTRADAS DIGITALES VARIADOR MAESTRO		
	RESPONDE	NO RESPONDE
MARCHA	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 9.- Respuesta de entradas análogas Variador Maestro.

ENTRADAS ANALOGAS VARIADOR MAESTRO		
	RESPONDE	NO RESPONDE
VELOCIDAD	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 10.- Respuesta de entradas digitales Variador Seguidor.

ENTRADAS DIGITALES VARIADOR SEGUIDOR		
	RESPONDE	NO RESPONDE
MARCHA	✓	
AVANCE MANUAL	✓	
DISPARADOR SEGUIDOR	✓	
DISPARADOR MAESTRO	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 11.- Respuesta de entradas análogas Variador Seguidor.

ENTRADAS ANALOGAS VARIADOR SEGUIDOR		
	RESPONDE	NO RESPONDE
LOGITUD PAQUETE	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 12.- Respuesta entradas digitales PLC.

ENTRADAS DIGITALES PLC		
	RESPONDE	NO RESPONDE
DISYUNTOR TERMICO M1	✓	
DISYUNTOR TERMICO M2	✓	
10QM1B (GUARDAMOTOR MASTER)	✓	
11QM1B (GUARDAMOTOR SEGUIDOR)	✓	
SENSOR EMBRAGUE C Y S	✓	
PRESOSTATO	✓	
PARO EMERGENCIA FISICO	✓	
PARO EMERGENCIA FISICO(1)	✓	
7QF3D (BREKER ALIMENTACION 24VDC)	✓	
3QF1B (BREKER ALIMENTACION TRANSFORMADOR 3T1C)	✓	
3QF1D (BREKER AIMENTACION 110VAC)	✓	
3QF3D (BREKER ALIMENTACION 230VAC)	✓	
27SQ4A (FINAL DE CARRERA CARTER C Y S)	✓	
27SQ4B (FINAL DE CARRERA ACOPLAMIENTO C Y S)	✓	
SENSORES PARADA EN FASE	✓	
PULSADOR MARCHA FISICO	✓	
PULSADOR PARO FISICO	✓	
PULSADOR HABILITACION FISICO	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 13.- Respuesta entradas análogas PLC

ENTRADAS ANÁLOGAS PLC		
	RESPONDE	NO RESPONDE
TERMOCUPLA ESPATULA INFERIOR C Y S	✓	
TERMOCUPLA ESPATULA SUPERIOR C Y S	✓	
TERMOCUPLA RUEDAS TERMOSOLDADORAS	✓	
TERMOCUPLA PRECALENTAMIENTO RUEDAS	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 14.- Respuesta salidas digitales PLC

SALIDAS DIGITALES PLC		
	RESPONDE	NO RESPONDE
Q1 (RESISTENCIA ELECTRICA MORDAZA INFERIOR)	✓	
Q2 (RESISTENCIA ELECTRICA MORDAZA SUPERIOR)	✓	
Q3 (RESISTENCIA ELECTRICA RUEDAS TERMOSOLDADORAS)	✓	
Q4 (RESISTENCIA ELECTRICA PRECALENTAMIENTO RUEDAS)	✓	
MANDO MOTOR MASTER	✓	
MANDO MOTOR SEGUIDOR	✓	
MARCHA MÁQUINA	✓	
MANDO CUBO PORTA BOBINA	✓	
MANDO APERTURA RUEDAS LATERALES	✓	
AVANCE MANUAL RUEDAS	✓	
SELECCION # DE ESPATULAS	✓	
SENSOR OPTICO	✓	
LUZ ALARMA	✓	

Fuente: Propia.

Tabla 15.- Respuesta salidas análogas PLC.

SALIDAS ANÁLOGAS PLC		
	RESPONDE	NO RESPONDE
VELOCIDAD ESC	✓	
LONGITUD PAQUETE ESC	✓	

Fuente: Propia.

Como resultado de las pruebas eléctricas, se puede concluir que el tablero se encuentra en condiciones apropiadas para el funcionamiento, al operar los variadores con carga, los interruptores termomagnéticos no se disparan. El sistema se sincroniza, aunque hubo un inconveniente con el sensor óptico de taca que tuvo que ser sustituido por que en primera instancia no se receptaba la señal en los variadores.

3.5.2. Pruebas lógicas.

Se procedió a verificar el comportamiento de manera física del sistema Electronic Line Shaft generando las condiciones de funcionamiento apropiadas de acuerdo al estado de las entradas digitales y analógicas de los variadores.

En la Tabla 16 se resumen el comportamiento esperado por sistema Electronic Line Shaft frente a diferentes eventos que se pueden presentar al poner en funcionamiento al sistema. El valor de 1 corresponde a Encendido y el valor 0 a Apagado, los valores de velocidad y longitud son referencias para los variadores maestro y seguidor respectivamente.

Tabla 16.- Observación del Sistema Electronic Line Shaft.

ENTRADAS							SISTEMA
VARIADOR MAESTRO		VARIADOR SEGUIDOR					
S1	A1	S2	S3	S5	S6	A1	
MARCHA	VELOCIDAD	MARCHA	MARCHA SOLO RUEDAS	INTERRUPTOR DE DISPARO SEGUIDOR	INTERRUPTOR DE DISPARO MAESTRO	LONGITUD	
1	2,45 (VDC)	1	0	0/1	0/1	3,61 (VDC)	El sistema sincroniza para el formato krizpiz
0	5,41 (VDC)	0	0	0	0	2,4 (VDC)	Sistema detenido, debido a que no se ha dado señal de marcha
0	2,45 (VDC)	0	1	0	0	2,54 (VDC)	Avance ruedas a una frecuencia Jog.
1	2,45 (VDC)	1	0	X	0/1	2,19 (VDC)	El sistema no sincroniza, debido a que por alguna razón no llega la señal del interruptor de disparo del seguidor, indispensable para el sistema de sincronización.
1	2,45 (VDC)	1	0	0/1	X	2,08 (VDC)	El sistema no sincroniza, debido a que por alguna razón no llega la señal del interruptor de disparo del maestro, indispensable para el sistema de sincronización.

Fuente: Propia.

Para verificar el funcionamiento del programa del PLC se estableció una conexión en línea mediante el software TIA Portal como se puede observar en la Figura 39, se aplican las diferentes condiciones de funcionamiento y se procede a verificar el comportamiento de la máquina de manera física.

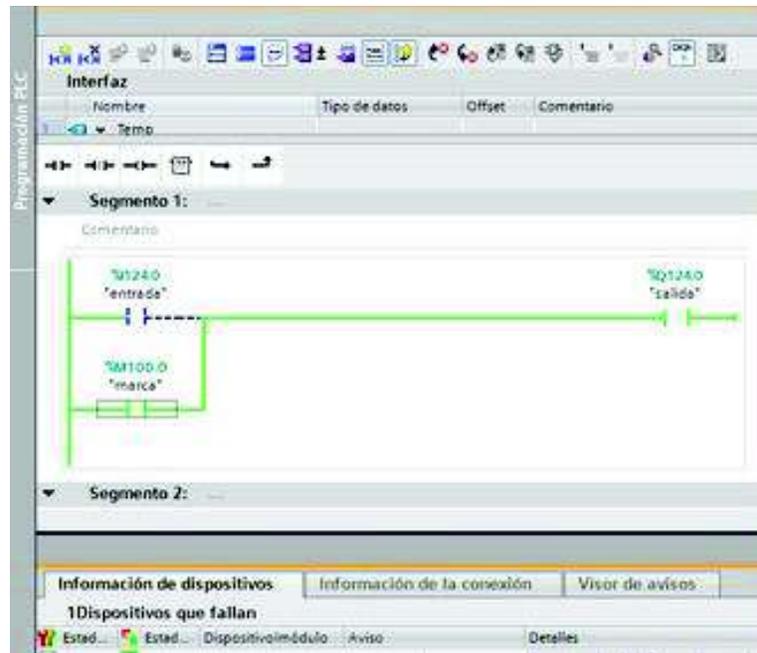


Figura 39.- Visualización en línea del estado de entradas, salidas y bloques del programa.

Fuente: Propia.

Como resultado de las pruebas, la programación tanto de los variadores como del PLC cumplen con los requerimientos presentados en el subcapítulo “Requerimientos operativos del sistema”, se verifica el funcionamiento correcto en la sincronización de corte cuando se dan diferentes procesos de empaque, manteniéndose constante en el tiempo. En casos de que alguna de las fallas se active en la máquina, se verificó que el sistema impida que se pueda poner en funcionamiento.

3.5.3. Pruebas de desempeño dinámico.

La evaluación de la respuesta del sistema se realizó de manera visual debido a que para mantener la sincronización de corte se pudo observar que en determinadas ocasiones el motor seguidor compensa la velocidad ya sea disminuyendo o aumentándola con la finalidad de mantener la longitud de corte sincronizada.

Se realizaron mediciones y comparaciones de las longitudes de corte de diferentes muestras de productos procesados por la máquina como se observa en la Figura 40 y Figura 41, con el fin de comprobar de que la máquina continuamente está en búsqueda del sincronismo. Las mediciones obtenidas de cada formato de empaque se muestran en la Tabla 17.



Figura 40.- Comparación de longitud de corte del formato de empaque Orbita.

Fuente: Propia.



Figura 41.- Toma de medida del formato Krispiz.

Fuente: Propia.

Tabla 17.- Medidas de muestras de los diferentes formatos de empaque.

Formato	Longitud muestra 1	Longitud muestra 2	Longitud muestra 3
Krispiz	170 (mm)	166 (mm)	167 (mm)
Orbita	118 (mm)	115 (mm)	115 (mm)
Multicereal	105 (mm)	103 (mm)	100 (mm)
Salticas Deli Chock	101 (mm)	102 (mm)	103 (mm)
Salticas Soda	150 (mm)	150 (mm)	147 (mm)
Bocaditos	123 (mm)	120 (mm)	121 (mm)

Fuente: Propia.

Se comprueba que el sistema de los variadores trata de mantener la sincronización de corte continuamente, debido a que los valores de longitud obtenidos para cada formato de empaque son aproximados entre sí.

La desviación permisible de corte es de ± 5 (mm), este dato fue dado por personal de calidad de la empresa, que son los encargados de supervisar y verificar el producto final.

La respuesta de los variadores a los cambios de formato de empaque depende de las señales de referencia que envía el PLC tanto como para el variador maestro como para el seguidor, así por ejemplo a valores bajos de velocidad el proceso de empaque de la máquina es lento.

Para evaluar la respuesta dinámica de las temperaturas de las mordazas de corte como de las ruedas de sellado se utilizó el PLC, mediante la observación de las salidas OutputHeat de los diferentes bloques PID (%DB2, %DB3, %DB4, %DB5), utilizados para controlar que las temperaturas estén cercanas a los valores del set point correspondientes. (Ver Figura 42).

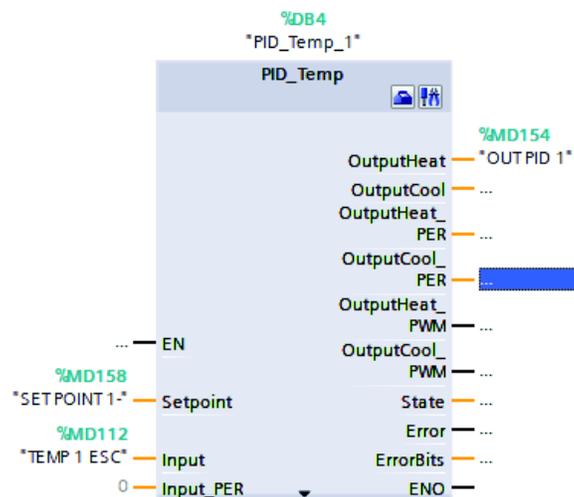


Figura 42.- Bloque PID temperatura mordaza inferior de corte y sellado.

Fuente: Propia.

La respuesta dinámica del sistema también se verifica cuando la máquina pierde la sincronización de corte ya sea porque el producto está mal alimentado, se paró la máquina o no se centró el corte. Se comprueba que el sistema recupera la sincronización en un tiempo adecuado y opera con normalidad.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

1. Se construyó el tablero de control de la máquina empaquetadora de galletas, cumpliendo con los requisitos técnicos del área de empaquetado y siguiendo normas eléctricas vigentes.
2. El sistema programado y calibrado permite mantener la sincronización de corte para empaquetar diferentes formatos de galletas de forma continua, con desviaciones de corte moderadas debido a la compensación de velocidad del variador seguidor.
3. El programa del PLC cumple con los objetivos propuestos de coordinar el funcionamiento de los variadores del sistema de sincronización, mediante las señales de entrada y salida requeridas en el autómeta se puede poner en marcha o parar el proceso de empaquetado ya sea en los modos manual o automático, el algoritmo entra en funcionamiento siempre y cuando la máquina esté habilitada, por lo que el sistema tiene robustez frente a eventos de seguridad.
4. Debido a que la precisión de corte no puede ser sostenida a valores de velocidad mayores a 135 (paq/min) por tiempos prolongados, al aumentar la velocidad de trabajo de la máquina se puede tener un fallo en el sistema de sincronización.
5. La configuración y programación de un variador de frecuencia haciendo uso de la herramienta de software Drive Wizard Industrial permite acortar los tiempos de puesta en marcha al disponer de información útil en la pantalla, donde se puede observar el estado actual de los parámetros que forman parte del sistema, así como disponer de un respaldo informático de la programación.
6. La Interfaz humano máquina instalada permite visualizar las temperaturas de las mordazas de corte y sellado, así como de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras de sellado posterior de los paquetes, además, permite al usuario comandar la máquina mediante la activación de los diferentes botones que se encuentran en la HMI.
7. Los sistemas de automatización con PLC facilitan las tareas de control de un sistema, al permitir programar la secuencia lógica de operación del mismo, así como indicar al operador su estado haciendo uso de interfaces adecuadas.

8. El uso de variadores de frecuencia y la función Electronic Line Shaft en este tipo de sistemas, en los cuales se requiere que se sincronicen dos motores, permiten mediante el uso de dos interruptores se indique la posición tanto del motor maestro como del seguidor, donde la diferencia de tiempo de disparo entre los interruptores se mide, el sistema realiza el control PI, para luego efectuar las correcciones de velocidad en el seguidor.
9. Por medio de las pruebas realizadas a los elementos del tablero de control se determinó que estos se encuentran en perfectas condiciones, por lo que éste tiene un funcionamiento adecuado, garantizando el sincronismo de corte de la máquina, la seguridad de las personas y elementos que forman parte del sistema.
10. Se realizaron pruebas de funcionamiento para evaluar y comprobar el cumplimiento de las características y consideraciones que debe tener el sistema, así como también al tablero de control, debido a que deben ser comandados por operadores, los cuales pondrán en funcionamiento a la máquina.
11. De las pruebas realizadas a las entradas/salidas digitales y analógicas tanto de los variadores como del PLC, se pudo obtener que tanto pulsadores, interruptores y sensores operan de manera correcta, ya que se logró comprobar su respuesta en el sistema.
12. Por los resultados logrados, se concluye que los objetivos planteados por el proyecto han sido cumplidos. El sistema presenta un grado de precisión de corte aceptable que se mantiene constante durante la operación de la máquina empaquetadora de galletas de Corporación Superior S.A.

4.2. Recomendaciones.

1. Como futuro trabajo, se recomienda buscar la manera de detectar el faltante de galleta de la cadena de alimentación mediante un sensor infrarrojo para que el sistema se detenga cuando no hay galleta que empacar.
2. Revisar constantemente los elementos de maniobra y visualización, para garantizar el correcto funcionamiento de los mismos.
3. Realizar una limpieza interna del tablero de control periódicamente por lo menos una vez al mes, para así evitar la acumulación de polvo en el mismo.
4. Revisar el aislamiento de los motores, debido a que los picos altos de voltaje que emiten los variadores desgastan de manera rápida el aislamiento acelerando el deterioro de los mismos.

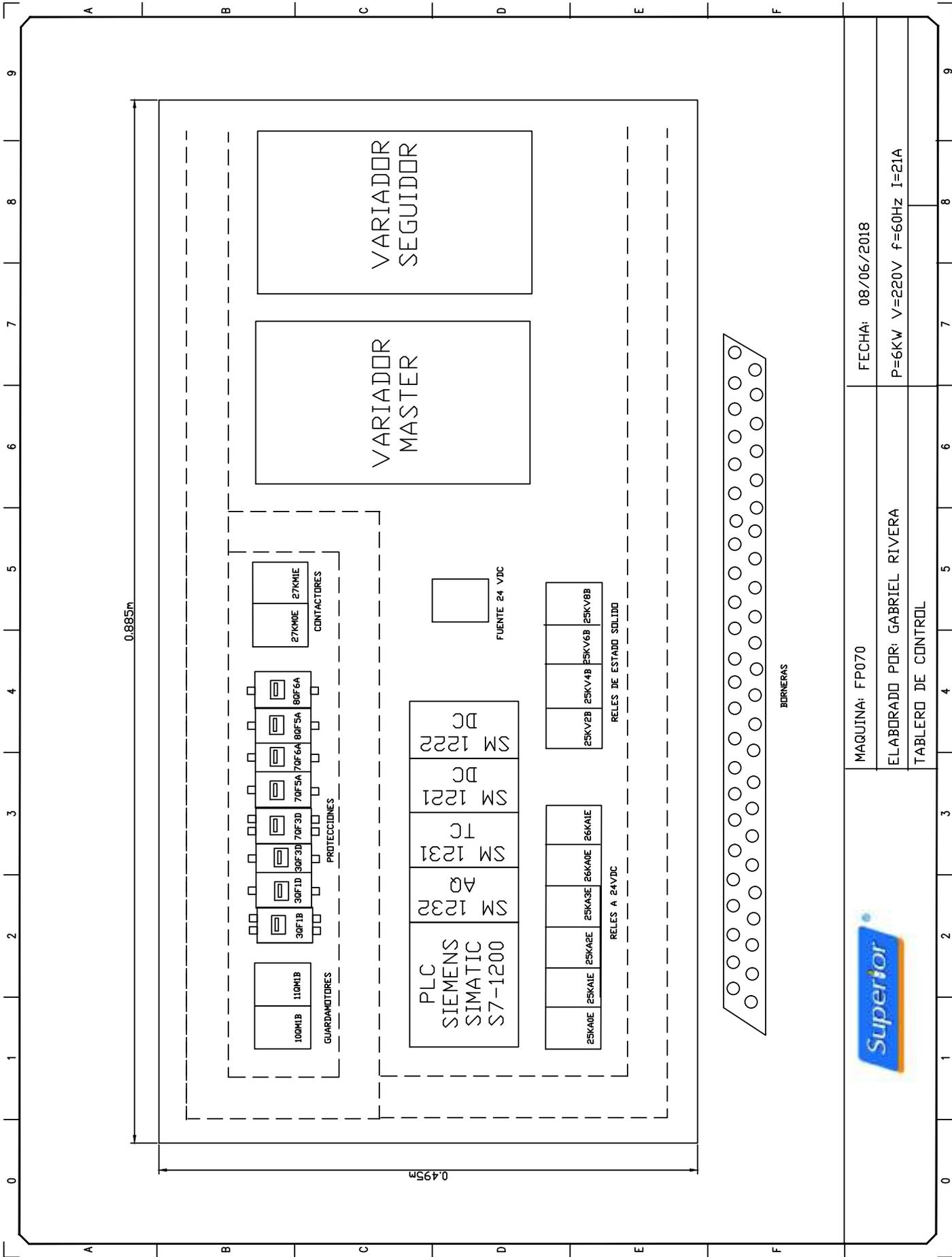
5. Usar cables apantallados para las señales de control e instrumentación, ya que ayudan a mitigar los efectos adversos de las interferencias electromagnéticas generadas por otros equipos.
6. Realizar el mantenimiento preventivo de los motores eléctricos por lo menos una vez al año, para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de los variadores y los motores.
7. Revisar los filtros de aire del ventilador del tablero cada mes, recordar que los variadores requieren de un flujo de aire para enfriar el calentamiento producido por la conmutación de la etapa de potencia.
8. Realizar una limpieza con aire seco del interior de los variadores para evitar la acumulación de polvo en la parte interna del mismo, esto puede producir recalentamiento de los equipos de potencia y su deterioro.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Antoni, M. (2002). *Instrumentación Virtual: Adquisición, procesado y análisis de señales*. México: Alfaomega.
- Camilo Blanquicett, R. H. (2015). *Migración del Sistema de Control Distribuido del sistema de transporte y almacenamiento de pellets de planta I en PROPILCO S.A.* Cartagena.
- Carlos Fernández Collado, P. B. (1991). *Metodología de la investigación*. Mexico: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- CEKIT S.A. (2002). *Curso práctico de Electrónica Industrial y Automatización*. Pereira.
- Electronic components. (19 de 09 de 2018). *Electronic componenets*. Obtenido de <https://www.tme.eu/pt/details/wm03nct2/sensores-fotoeletricos-padrao/wenglor/>
- Fluitronic. (09 de 22 de 2018). *Fluitronic*. Obtenido de <https://www.fluitronic.es/simatic-hmi-ktp400-basic-pn-6av2123--2db03--0ax0>
- Fluitronic. (2018). *Fluitronic*. (Copyright 2018 Fluitronic.) Recuperado el 13 de noviembre de 2018, de <https://www.fluitronic.es/simatic-hmi-ktp400-basic-pn-6av2123--2db03--0ax0>
- Harper, E. (2004). *Manual de instalación y reparación de aparatos electrodomésticos*. Mexico: Limusa S.A.
- Hohner. (2009). *TAA633K11*. Girona: Hohner.
- IEEE. (02 de agosto de 2018). *IEEEExplore*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
- infoPLC. (02 de agosto de 2018). Obtenido de <http://www.infoplc.net/Documentacion>
- OBINU AUTOMATIZACION. (2009). *P.L.C. S7-1200*. Santiago: OBINU AUTOMATIZACION.
- Pearson. (2010). *AutoCAD Electrical 2010 for Engineers*. India: PEARSON.
- RS PRO. (2009). *RS Pro G 1/4 Pressure Switch, 1bar to 12bar*. Northants: RS PRO.
- Schneider Electric. (2016). *Reles Electromecánicos Catalogo Junio*. Albania: Schneider Electric.
- Siemens. (2009). *Manual del sistema de automatizacion S7-1200*. Nurnberg: Copyright © Siemens AG 2009.
- Siemens. (2012). *SIMATIC HMI*. Nurnberg: Copyright © Siemens AG.
- Siemens. (2014). *Datasheet 6EP1333-3BA10*. Berlín: © Copyright Siemens AG.
- Siemens. (2016). *SITOP MODULAR*. Nurnberg: © Siemens AG 2016.
- Wenglor. (2009). *Sensor de marcas*. Tettnang: Wenglor.
- Yaskawa. (2011). *Electronic Line Shaft With Alignment*. U.S.A: YASKAWA AMERICA, INC.
- Yaskawa. (2015). *Variador YAskawa A1000 Guia rápida de inicio*. E.E.U.U.: YASKAWA AMERICA, INC.

ANEXOS.

ANEXO A: PLANO DE LAS DIMENSIONES DEL TABLERO DE CONTROL.



MAQUINA: FP070

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

TABLERO DE CONTROL

FECHA: 08/06/2018

P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

ANEXO B: DATOS TÉCNICOS DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS.

Sensor de marcas

WM03NCT2

Referencia



- Carcasa compacta
- Luz blanca para el reconocimiento de cualquier combinación de marcas impresas
- Pequeño punto de luz
- Teach-in, teach-in externo

Datos técnicos

Datos ópticos	
Rango de trabajo	12...18 mm
Distancia de trabajo	15 mm
Resolución	20 escala grises
Histéresis de conmutación	< 2 %
Fuente de luz	Luz blanca
Longitud de onda	400...700 nm
Vida útil (Tu = +25 °C)	100000 h
Lux externa máx. admisible	10000 Lux
Diámetro de luz	1,5 x 2,5 mm
Datos eléctricos	
Tensión de alimentación	10...30 V DC
Consumo de corriente (Ub = 24 V)	< 30 mA
Frecuencia de conmutación	5 kHz
Tiempo de reacción	100 µs
Retardo del tiempo de desconexión	20 ms
Retardo del tiempo de desconexión (RS-232)	0...2 s
Temperatura de desvío	< 2 %
Rango de temperatura	-25...60 °C
Caída de tensión salida de conmutación	< 2,5 V
NPN salida conmutación/Corriente conmutación	100 mA
Protección cortocircuitos	sí
Protección cambio polaridad	sí
Protección de sobrecarga	sí
Bloqueable	sí
Modo Teach-In	ZT, FT
Categoría de protección	III
Datos mecánicos	
Tipo de ajustes	Teach-in
Carcasa	Plástico
Totalmente encapsulada	sí
Clase de protección	IP67
Conexión	M12 x 1; 4-pines
Datos técnicos de seguridad	
MTTFd (EN ISO 13849-1)	2164,07 a
NPN NO/NC conmutable	●
RS-232 con caja adaptable	●

Figura B1: Características técnicas del sensor de contraste (o taca)

Fuente: (Wenglor, 2009)



Especificaciones

Atributo	Valor
Mínima Presión de Funcionamiento	1bar
Máxima Presión de Funcionamiento	12 bar
Tipo de Presión	Presión Positiva
Conexión	G1/4
Tipo	Ajustable
Tensión Nominal	250V ac
Tamaño de la Rosca de Conexión	1/4 pulg.
Serie del Fabricante	F4
Funcionamiento del Contacto	Normalmente Abierto, Normalmente Cerrado
Rosca Estándar de Conexión	G
Mínima Temperatura de Funcionamiento	-25°C
Máxima Temperatura de Funcionamiento	+85°C
Protección IP	IP65
Ajuste de presión máxima	12bar
Indicador LED	No
Tipo de salida	NA/NC
Ajuste de presión mínima	0bar
Rango de Configuración de Presión	0 → 25bar

Figura B2: Características técnicas del presostato.

Fuente: (RS PRO, 2009)



◆ Variador trifásico clase de 200 V, modelos 2A0004 a 2A0030

Tabla A.2 Clasificación de energía (clase de 200 V trifásico)

Elemento		Especificación								
Modelo de variador		2A0004	2A0006	2A0008	2A0010	2A0012	2A0018	2A0021	2A0030	
Capacidad máxima aplicable del motor (HP) \leftrightarrow	Clasificación de ND	0.75	1	2	3	3	5	7.5	10	
	Clasificación de HD	0.75	1	2	2	3	3	5	7.5	
Corriente de entrada (A) \leftrightarrow	Clasificación de ND	3.9	7.3	8.8	10.8	13.9	18.5	24	37	
	Clasificación de HD	2.9	5.8	7	7.5	11	15.6	18.9	28	
Entrada	Tensión nominal	Trifásica, de 200 a 240 Vca, 50/60 Hz/270 a 340 Vcc \leftrightarrow								
	Frecuencia nominal									
	Fluctuación permisible de tensión	-15 a 10%								
	Fluctuación permisible de frecuencia	$\pm 5\%$								
	Potencia de entrada (kVA)	Clasificación de ND	1.8	3.3	4.0	4.9	6.4	8.5	11	17
	Clasificación de HD	1.3	2.7	3.2	3.4	5.0	7.1	8.6	13	
Salida	Capacidad nominal de salida (kVA) \leftrightarrow	Clasificación de ND \leftrightarrow	1.3	2.3	3	3.7	4.6	6.7	8	11.4
		Clasificación de HD \leftrightarrow	1.2	1.9	2.6	3	4.2	5.3	6.7	9.5
	Corriente nominal de salida (A) \leftrightarrow	Clasificación de ND \leftrightarrow	3.5	6	8	9.6	12	17.5	21	30
		Clasificación de HD \leftrightarrow	3.2	5	6.9	8	11	14	17.5	25
	Tolerancia a la sobrecarga	Clasificación ND: 120% de la corriente nominal de salida durante 60 s Clasificación HD: 150% de la corriente nominal de salida durante 60 s (Es posible que se necesite una disminución de la capacidad para aquellas aplicaciones que arrancan y paran con frecuencia)								
	Frecuencia de portadora	Regulable por el usuario entre 1 y 15 kHz								
	Tensión de salida máxima (V)	Trifásica, de 200 a 240 V (proporcional a la tensión de entrada)								
	Frecuencia de salida máxima (Hz)	400 Hz (configurada por el usuario)								

Figura B3: Características técnicas de los variadores de frecuencia.

Fuente: (Yaskawa, 2015)



MECHANICAL SPECIFICATIONS

Materials	Cover: Aluminium Housing: Aluminium Shaft: Stainless Steel
Bearings	Ballraces
Bearings lifetime	1x10 ⁹ rev.
Maximum number of revolutions permitted mechanically	6000 rpm
Protection against dust and splashes according to DIN EN 60529	IP65 - Standard IP67 - Option 10A
Rotor inertia moment	30 gcm ²
Starting torque at 20°C (68°F)	≤ 0,02 Nm
Maximum load permitted on axial shaft	40 N
Maximum load permitted on radial shaft	80 N
Weight aprox.	0,5 Kg
Operating temperature range	-20°C to +80°C - Standard -40°C to +80°C - Special Customer AT00
Vibration according to DIN EN 60068-2-6	100 m/s ² (10Hz...2000Hz)
Shock according to DIN EN 60068-2-27	1000 m/s ² (6ms)
Maximum pulses per turn	50.000
Axial or radial connection	2 meters cable or industrial connector (different models available, other cable lengths available on order) Female connector included

Figura B4: Características técnicas de los encoders.

Fuente: (Hohner, 2009)



CARACTERISTICAS	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
E/S Integrada	6ED/4SD	8ED/6SD	14ED/10SD	14ED/10SD
E/S Análogas integradas (0-10V)	2 EA	2 EA	2 EA	2 EA
Expansión tarjeta de señal (SB)	1	1	1	1
Expansión módulos de señal (SM)	-	2	8	8
Exp. Módulos comunicación (CM)	3	3	3	3
Memoria de programa / Datos	25KB/1KB	25KB/1KB	50KB/2KB	100/2KB
Expansión de memoria	24 MB	24 MB	24 MB	24KB
Tipo de ejecución CPU (bit operación)	0,1 μ S	0,1 μ S	0,1 μ S	0,1 μ S
Contadores rápidos	3x100kHz	3x100kHz	6x100kHz	6x100kHz
1x30kHz	3x100kHz	-	-	-
3x30kHz	-	-	-	-
Reloj tiempo real	Si	Si	Si	Si
Salida de pulsos	2x100kHz	2x100kHz	2x100kHz	2x100kHz
Interfaces de comunicación	1 x Ethernet	1 x Ethernet	1 x Ethernet	2 x Ethernet
Grado de protección	IP20	IP20	IP20	IP20
Dimensiones An x Ai x Pr (mm)	90x100x75	90x100x75	110x100x75	100x130x75

Figura B5: Características relevantes de los S7-1200.

Fuente: (OBINU AUTOMATIZACION, 2009)



ESPECIFICACIONES

Fabricante	Siemens
Nº fabricante	6AV2123-2DB03-0AX0
Serie	KTP
Tipo	Basic
Display	TFT 4"
Tensión de alimentación	24 V dc
Comunicación	Profinet
Protección	IP 65
Longitud (mm)	198
Ancho (mm)	128
Altura (mm)	51
Peso (Kg)	0,46

Figura B6: Características técnicas de SIMATIC HMI KTP400 BASIC PN.

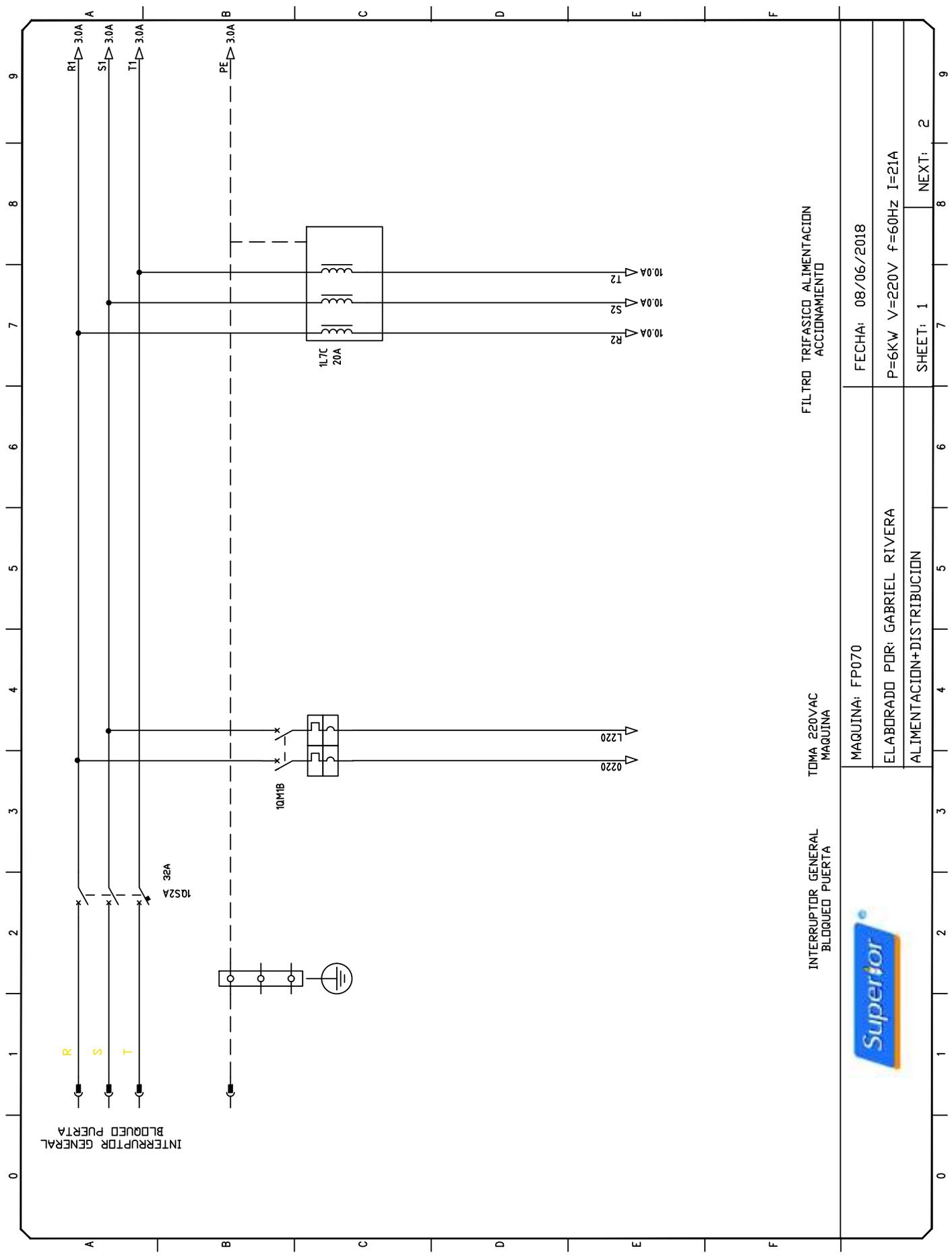
Fuente: (Fluitronic, 2018)

						
Datos técnicos	SITOP modular, monofásicas				SITOP modular, monofásicas y bifásicas ¹⁾	
Tensión/intensidad de salida, tipo	24 V/5 A, PSU8200	24 V/10 A, PSU8200	24 V/20 A, PSU8200	24 V/40 A, PSU8200	24 V/5 A, PSU200M	24 V/10 A, PSU200M
Referencia	6EP3333-8S800-DAY0	6EP3334-8S800-DAY0	6EP1336-38A10	6EP3337-8S800-DAY0	6EP1333-38A10	6EP1334-38A10
Tensión de entrada, valor nominal	120/230 V AC		120/230 V AC		120-230/230-500 V AC	
- Rango	85 ... 138/170 ... 264 V AC, conmutación automática de rango		85 ... 275 V AC o 88 ... 350 V DC		85 ... 264/176 ... 550 V AC, conmutación manual	
Puenteo de cortes de red	> 35 ms (con 120/230 V)		> 20 ms (con 120/230 V)		> 25 ms (con 120/230 V)	
Frecuencia de red- Valor nominal	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Intensidad de entrada, valor nom.	2,1/1,2-10 A	4/1,9-10 A	4,6-2,5A	15,0/8,0 A	2,2-1,2/1,2-0,61 A	4,4-2,4/2,4-1,1 A
- Intensidad al conectar (25 °C)	< 10A	< 10 A	< 20A	< 35 A	< 35 A	< 35 A
- Interruptor magnetotérmico recomendado	6 A, curva C o 3RV1021-1xA10	10 A, curva C o 3RV1021-1xA10		20 A, curva C o 3RV2411-xxA10	6 A, curva C o 3RV2011-1xA10	
Tensión de salida, valor nominal	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC
- Tolerancia	± 3 %	± 3 %	± 3 %	± 3 %	± 3 %	± 3 %
- Rango de ajuste	24 ... 28,8 V DC	24 ... 28,8 V DC	24 ... 28,8 V DC	24 ... 28,8 V DC	24 ... 28,8 V DC	24 ... 28,8 V DC
Intensidad de salida, valor nominal	5 A	10 A	20 A	40 A	5 A	10 A
- Comportamiento en sobrecarga (impulso de energía durante 25 ms)	15 A	30 A	60 A	120 A	15 A	30 A
- Comportamiento en sobrecarga ("energía extra" durante 5 s/min)	7,5 A	15 A	30 A	60 A	-	-
- Derating de potencia	-	a partir de +60 °C (2%/K)	a partir de +60 °C (3%/K)	a partir de +60 °C (2,5%/K)	a partir de +60 °C (2%/K)	a partir de +60 °C (2%/K)
Señalización por LED	DC ok, overload (corriente constante), shut down (desconexión que exige rearme)		DC ok, overload (corriente constante), shut down (desconexión que exige rearme)		DC ok, overload (corriente constante), shut down (desconexión que exige rearme)	
Señalización por contacto al efecto	DC ok	DC ok	DC ok	DC ok	DC ok	DC ok
Conexión/desconexión via contacto para "Remote on/off"	sí	sí	no	no	no	no
Rendimiento a valores nom., aprox.	93 %	94 %	93 %	92 %	88 %	87 %
Conexión en paralelo	sí, característica de salida conmutable a modo paralelo			sí, característica de salida conmutable a modo paralelo		
Protección electr. contra cortocircuito	sí, elección entre corriente constante o desconexión que exige rearme. Corriente constante: aprox. 1,15 x intensidad nominal de salida					
Grado de desparasitaje (EN 55022)	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B	Clase B
Limitación de armónicos en red (EN 61000-3-2)	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Grado de protección EN 60529	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Temperatura ambiente	-25 ... +70 °C	-25 ... +70 °C	-25 ... +70 °C	-25 ... +70 °C	-25 ... +70 °C	-25 ... +70 °C
Dimensiones (an x al x p) en mm	45 x 125 x 125	55 x 125 x 125	90 x 125 x 125	145 x 145 x 150	70 x 125 x 121	70 x 125 x 121
Peso aprox.	0,8 kg	1 kg	1,5 kg	3,1 kg	0,6 kg	1,4 kg
Homologaciones	CE, cULus, ATEX, IECEX, cCSAus Class I Div 2, SEMI F47 ²⁾ , GL, ABS		CE, cULus, ATEX, IECEX, UL Class I Div 2, GL, ABS	CE, cULus, ATEX, IECEX, cCSAus Class I Div 2, SEMI F47 ²⁾ , GL, en preparación: ABS	CE, cULus, ATEX, IECEX, UL Class I Div 2, SEMI F47 ²⁾ , GL, ABS	
Accesorios	Plaquita de identificación de 20 mm x 7 mm, 340 unidades. Referencia: 3RT1900-15B20 (turquesa pastel), 3RT2900-15B20 (gris T1)					

Figura B7: Características técnicas de las fuentes de alimentación SITOP.

Fuente: (Siemens, 2016)

**ANEXO C: PLANOS DE CONEXIÓN DE CONTROL Y FUERZA DE
LOS ELEMENTOS QUE PERTENECEN AL SISTEMA DE CONTROL.**



FILTRD TRIFASICO ALIMENTACION ACCIONAMIENTO

TDMA 220VAC MAQUINA

INTERRUPTOR GENERAL BLOQUEO PUERTA



MAQUINA: FP070

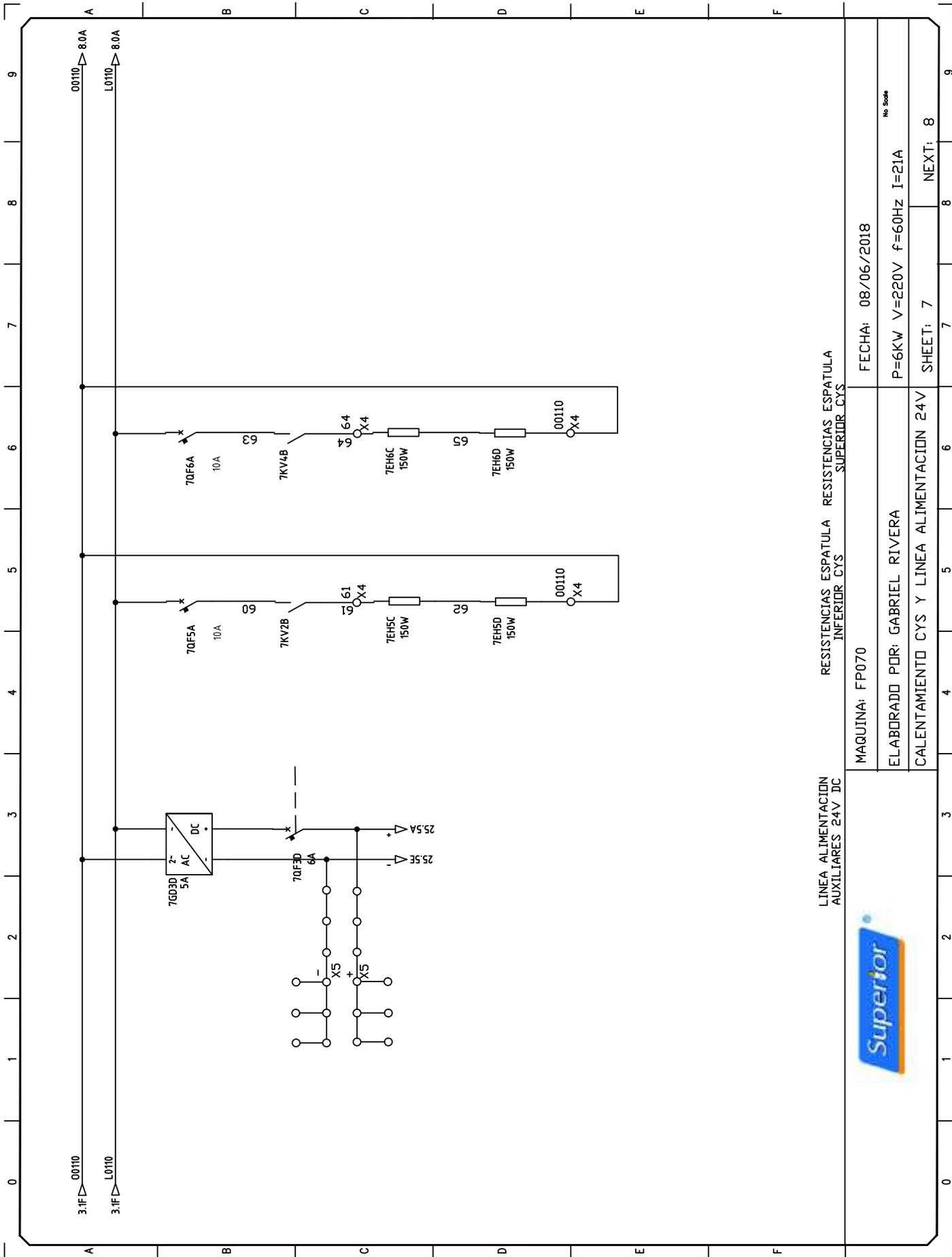
FECHA: 08/06/2018

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA
P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

ALIMENTACION+DISTRIBUCION

SHEET: 1

NEXT: 2



LINEA ALIMENTACION AUXILIARES 24V DC

RESISTENCIAS ESPATULA INFERIOR CYS

RESISTENCIAS ESPATULA SUPERIOR CYS



MAQUINA: FP070

FECHA: 08/06/2018

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

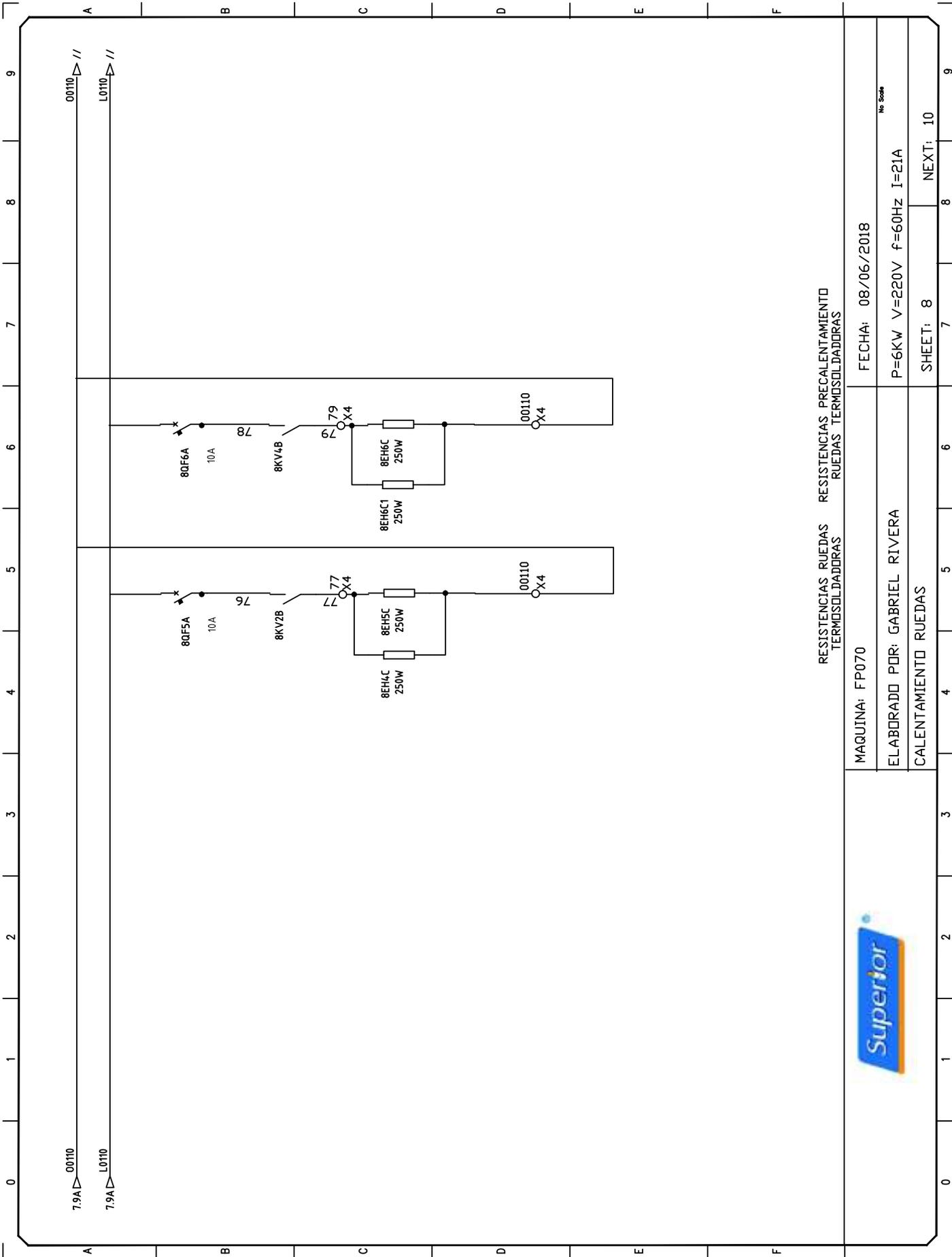
No Scale

P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

CALENTAMIENTO CYS Y LINEA ALIMENTACION 24V

SHEET: 7

NEXT: 8

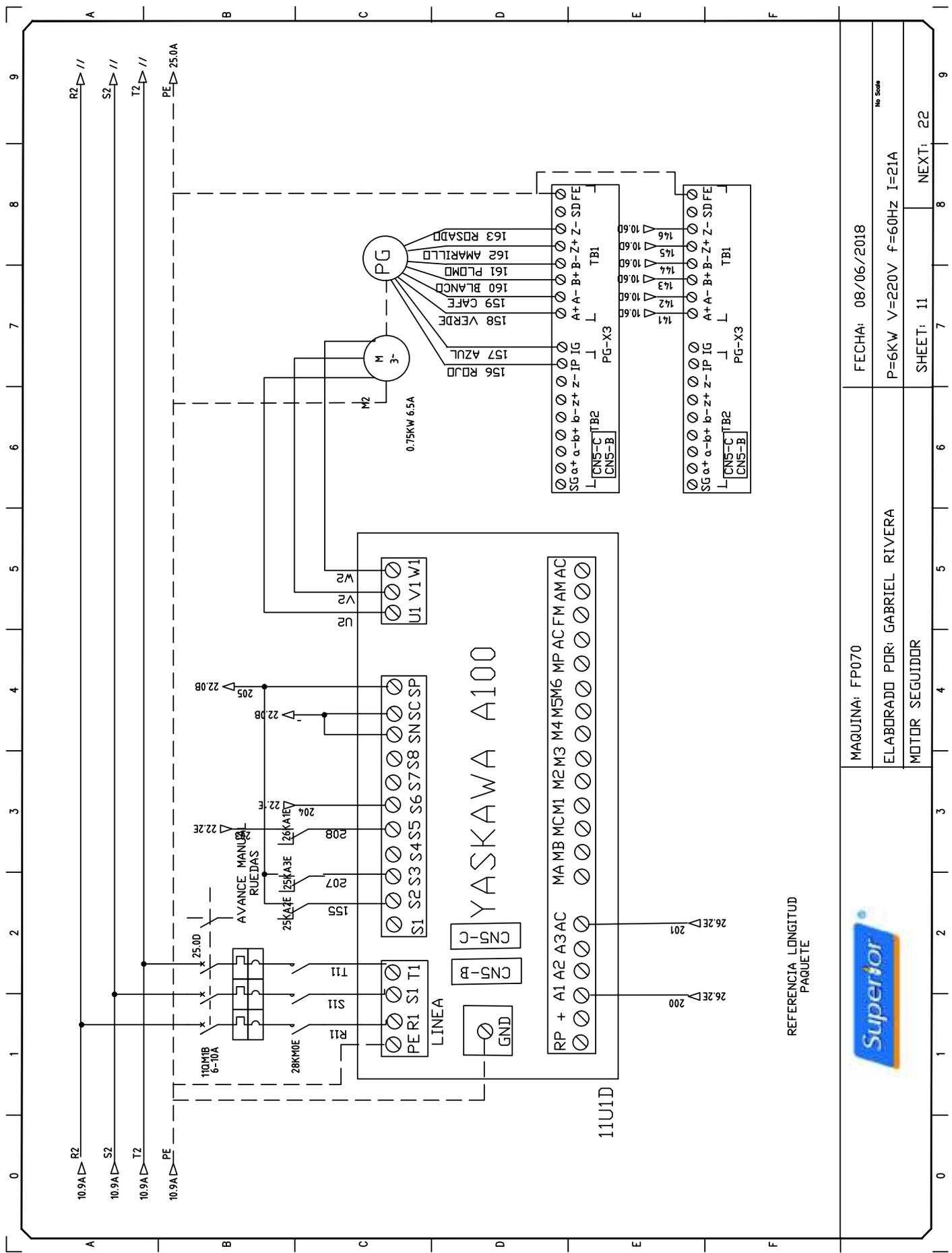


RESISTENCIAS RUEDAS TERMOSELLADORAS
RESISTENCIAS PRECALENTAMIENTO RUEDAS TERMOSELLADORAS

MAQUINA: FP070
ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA
CALENTAMIENTO RUEDAS



FECHA: 08/06/2018
No Scale
P=6KW V=220V f=60Hz I=21A
SHEET: 8 NEXT: 10



REFERENCIA LONGITUD
PAQUETE



MAQUINA: FP070

FECHA: 08/06/2018

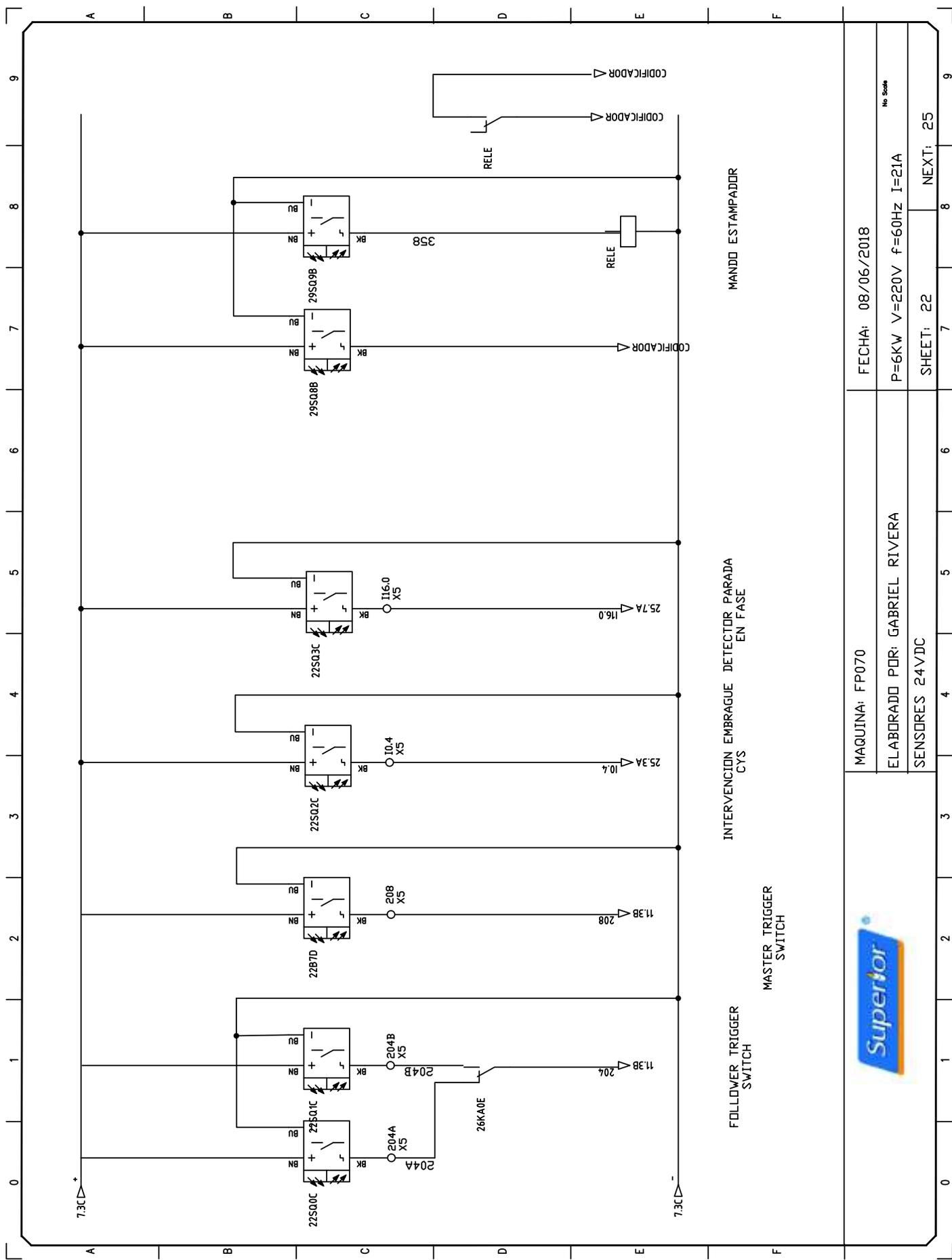
ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

P=6KW V=220V f=60HZ I=21A

MOTOR SEGUIDOR

SHEET: 11 NEXT: 22

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



MAQUINA: FP070

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

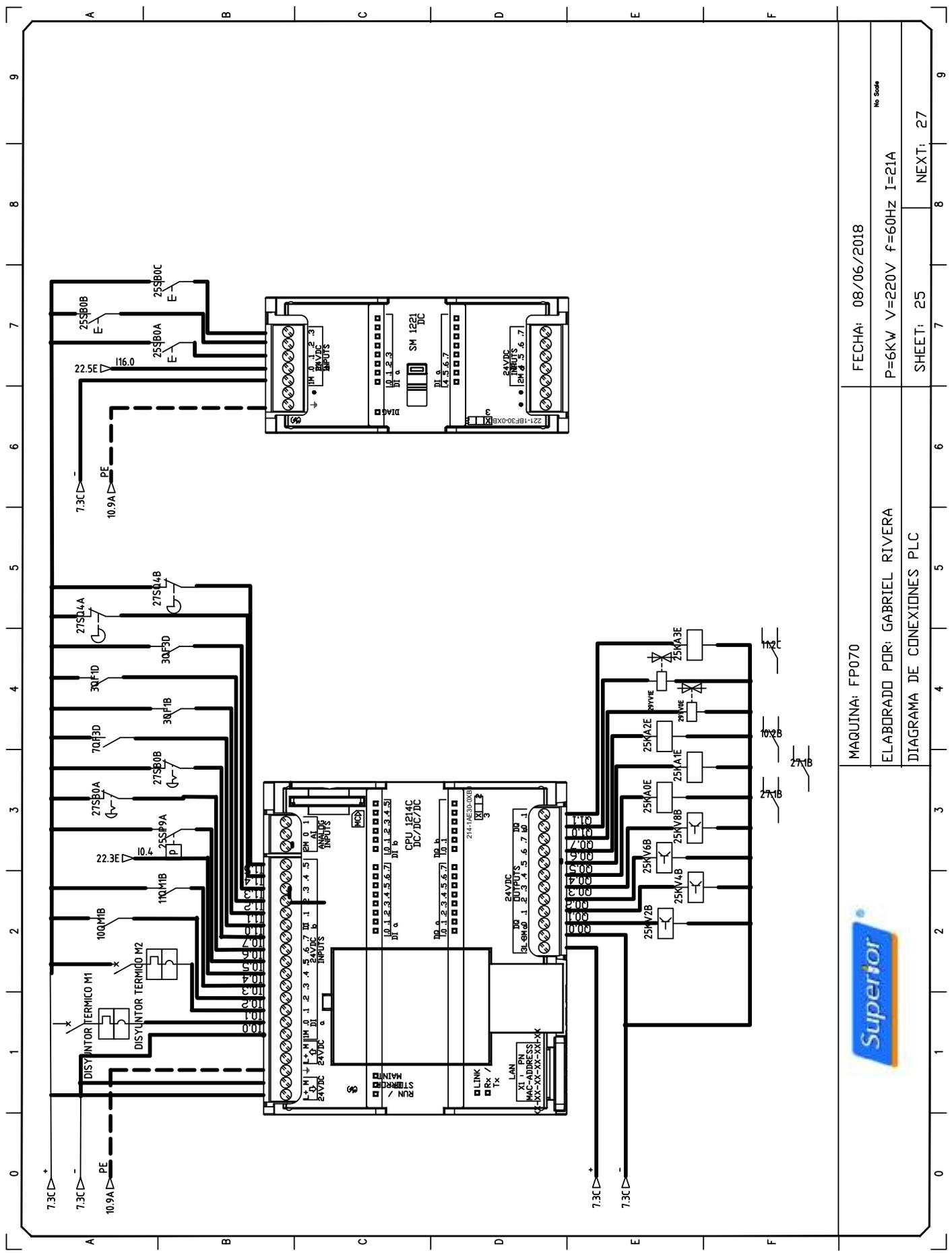
SENSORES 24VDC

FECHA: 08/06/2018

P=6KW V=220V f=60HZ I=21A

SHEET: 22 NEXT: 25

No Scale



MAQUINA: FP070

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

DIAGRAMA DE CONEXIONES PLC

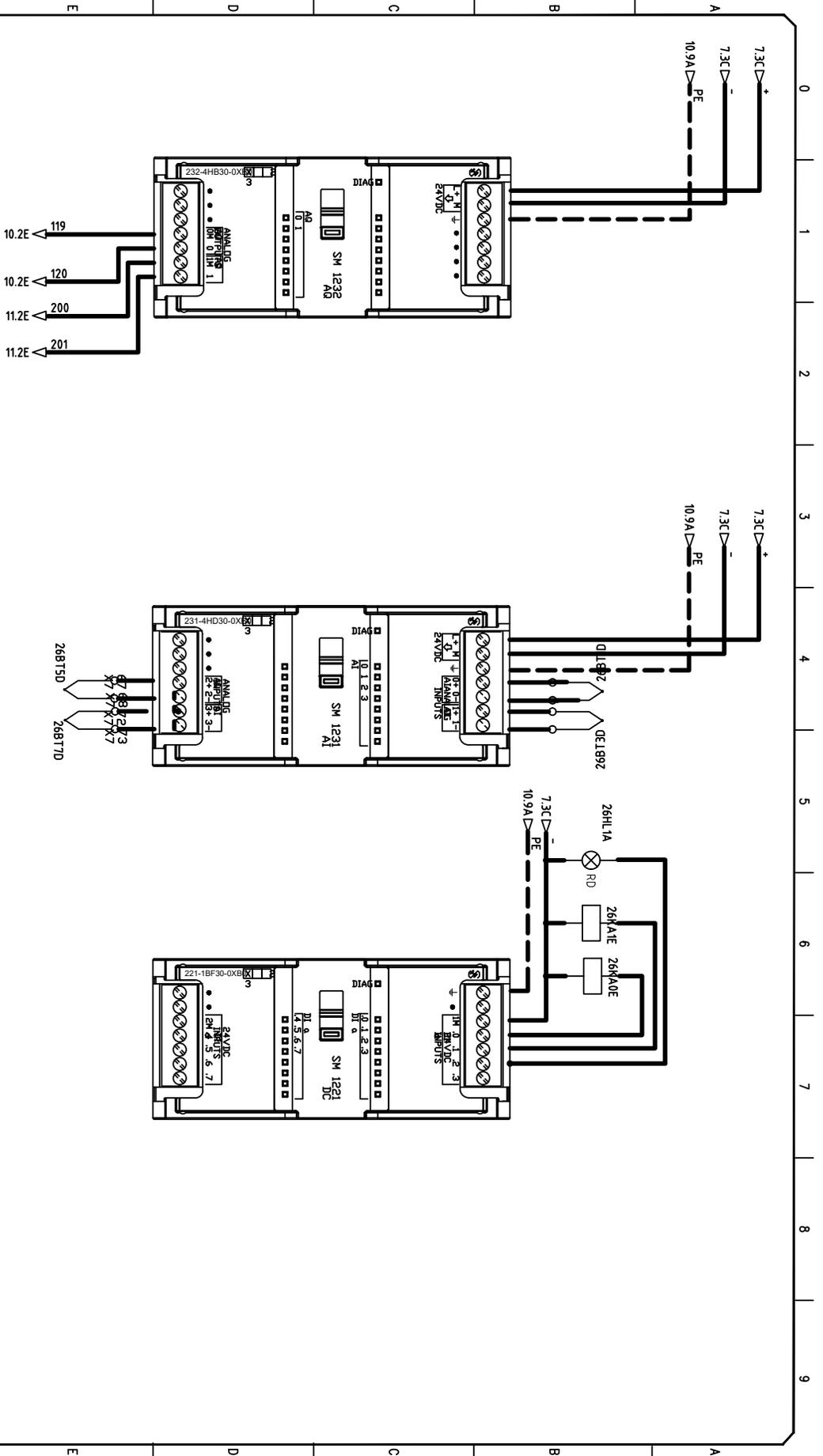
FECHA: 08/06/2018

P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

SHEET: 25

No Scale

NEXT: 27



MAQUINA: FP070

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

DIAGRAMA DE CONEXIONES PLC 1

FECHA: 08/06/2018

P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

SHEET: 26

NEXT: 27

No Scale

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

F

E

D

C

B

A

F

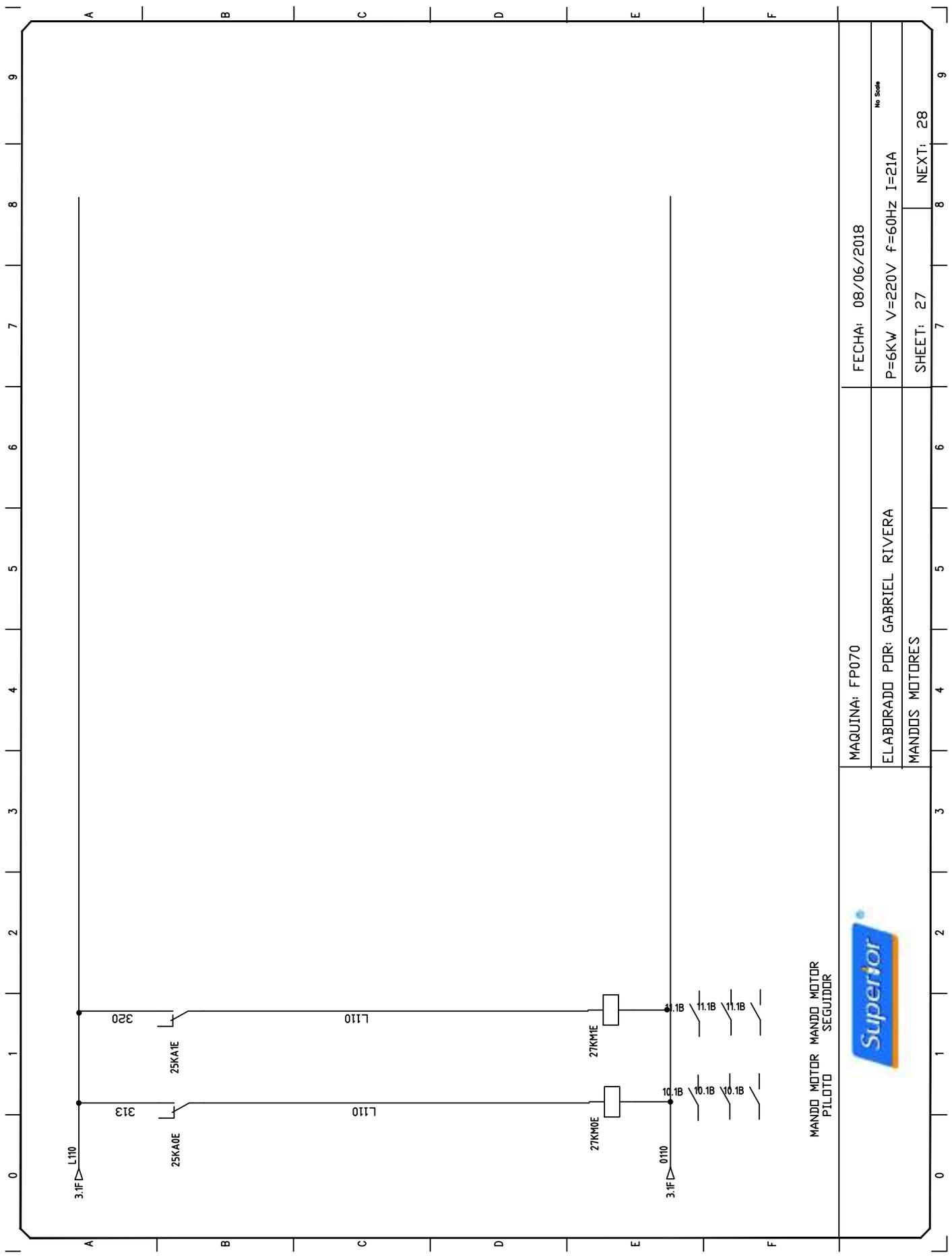
E

D

C

B

A



MANDO MOTOR PILOTO
MANDO MOTOR SEGUJDDOR



MAQUINA: FP070

ELABORADO POR: GABRIEL RIVERA

MANDOS MOTORES

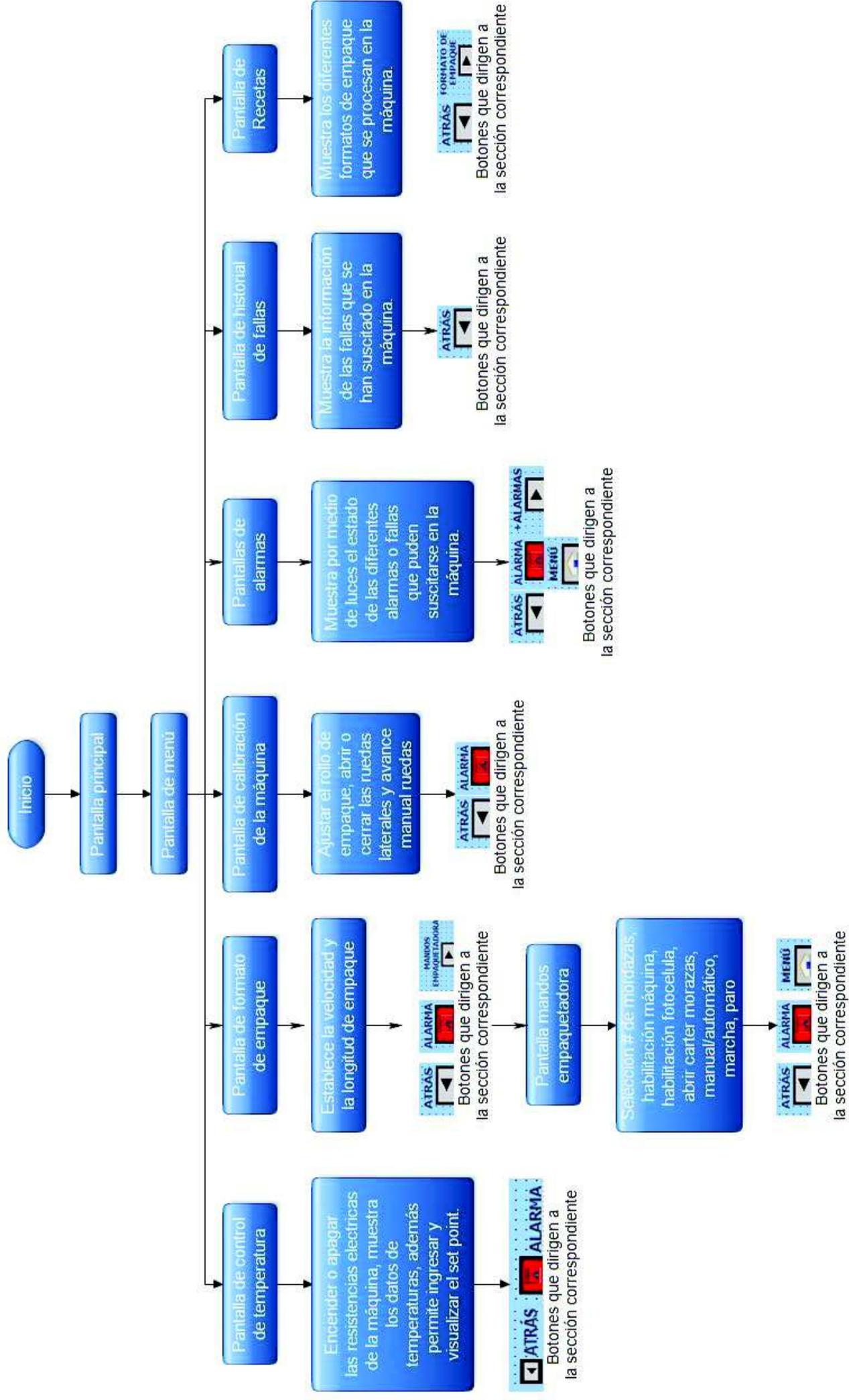
FECHA: 08/06/2018

P=6KW V=220V f=60Hz I=21A

SHEET: 27 NEXT: 28

No Scale

ANEXO D: DIAGRAMA DE FLUJO INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA.



ANEXO E: PROGRAMA PLC

PROGRAMA CON PANTALLA KTP400_V15 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/ DC] / Bloques de programa

Main_1 [OB123]

Main_1 Propiedades

General

Nombre	Main_1	Número	123	Tipo	OB
Idioma	FUP	Numeración	Automático		

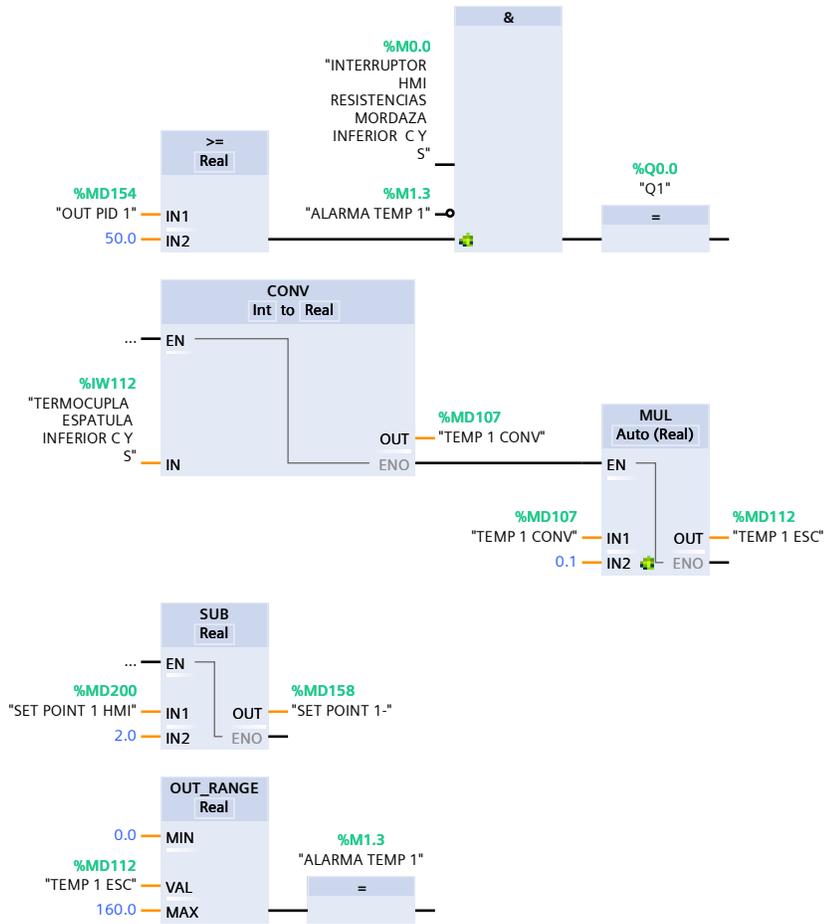
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personali- zada	

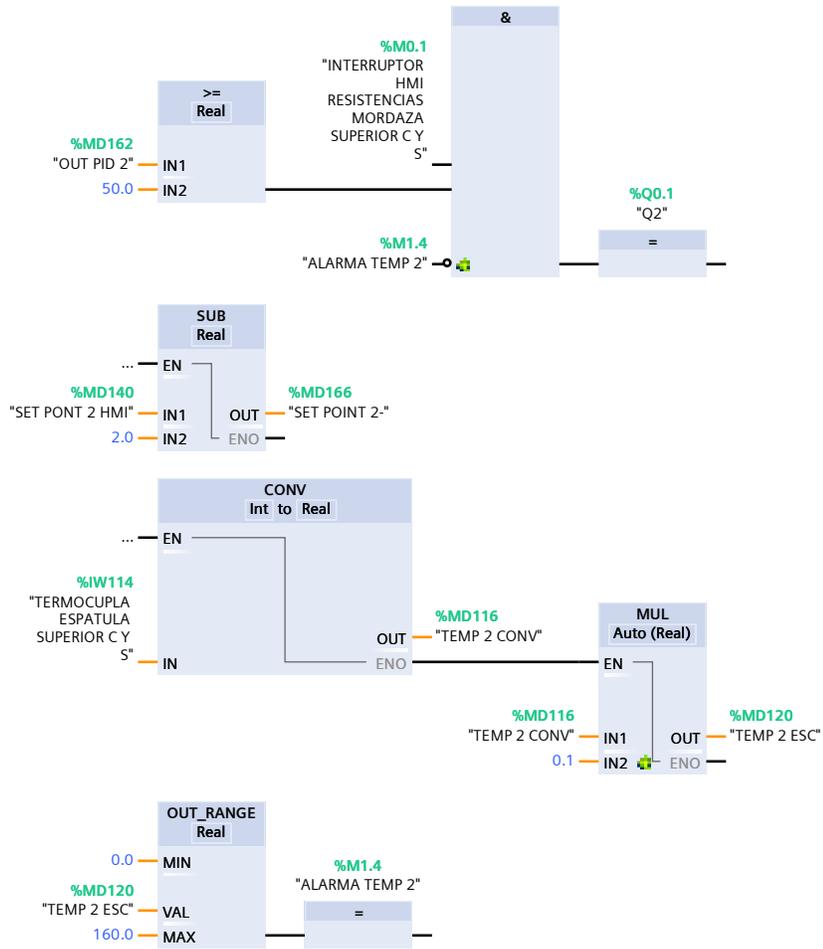
Main_1

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

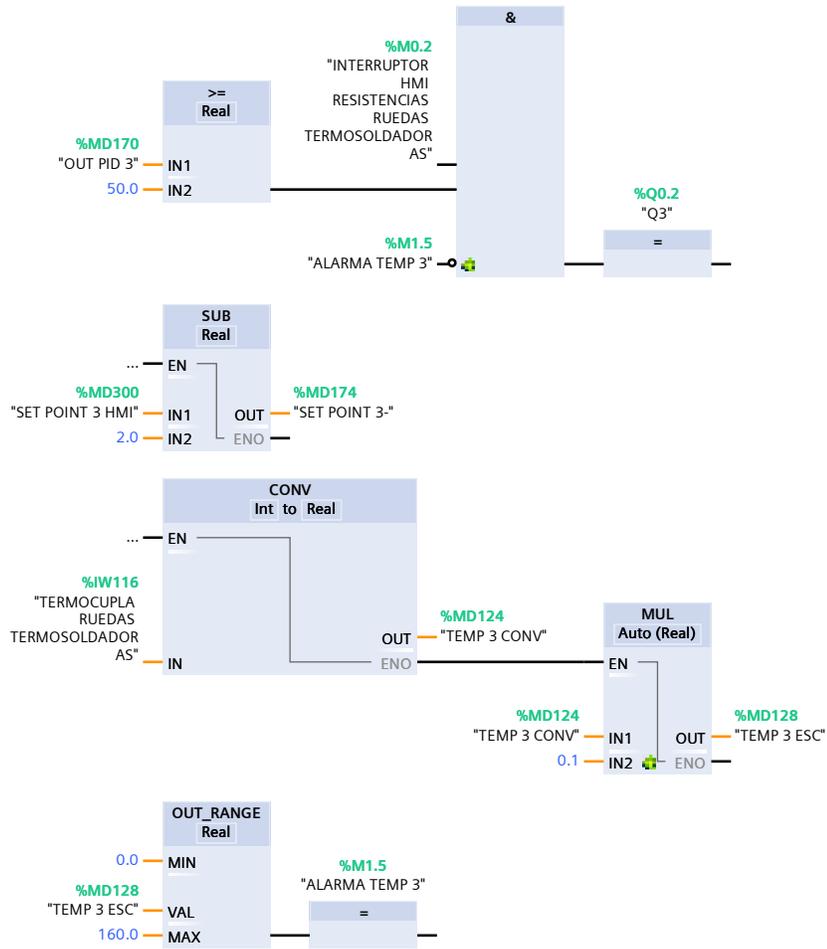
Segmento 1: Calentamiento mordaza inferior C Y S



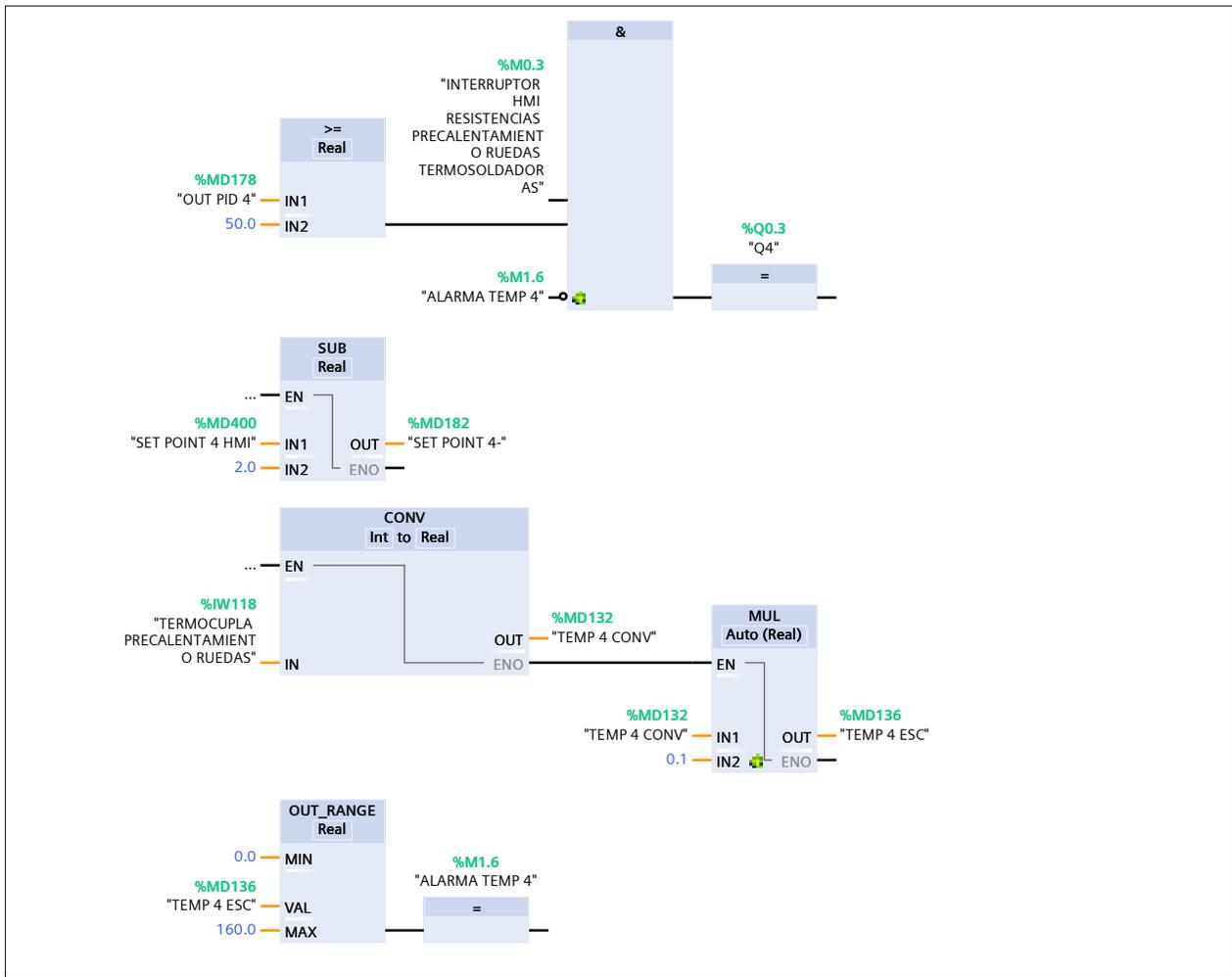
Segmento 2: Calentamiento mordaza superior C Y S



Segmento 3: Calentamiento ruedas termosoldadoras

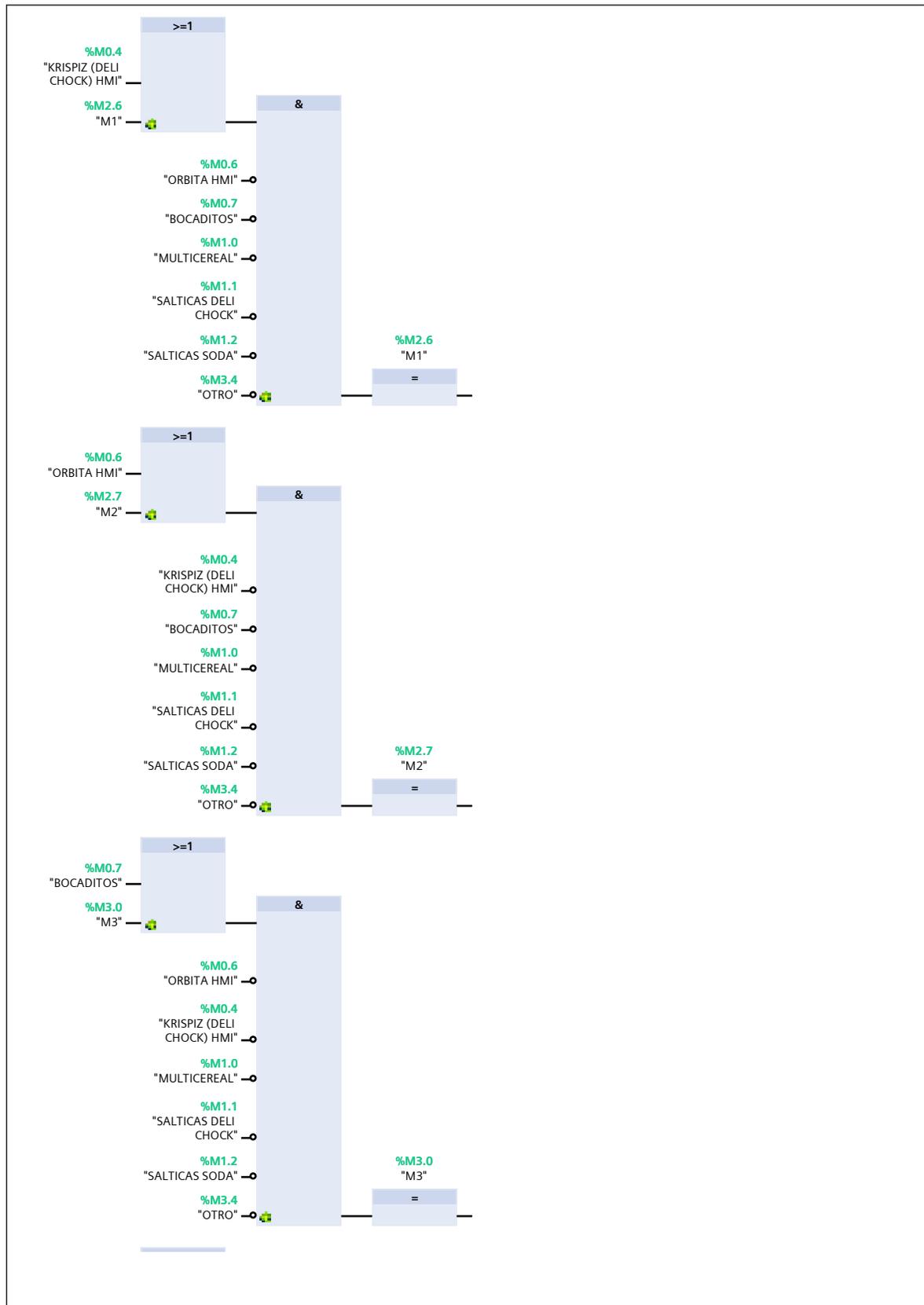


Segmento 4: Calentamiento ruedas de precalentamiento



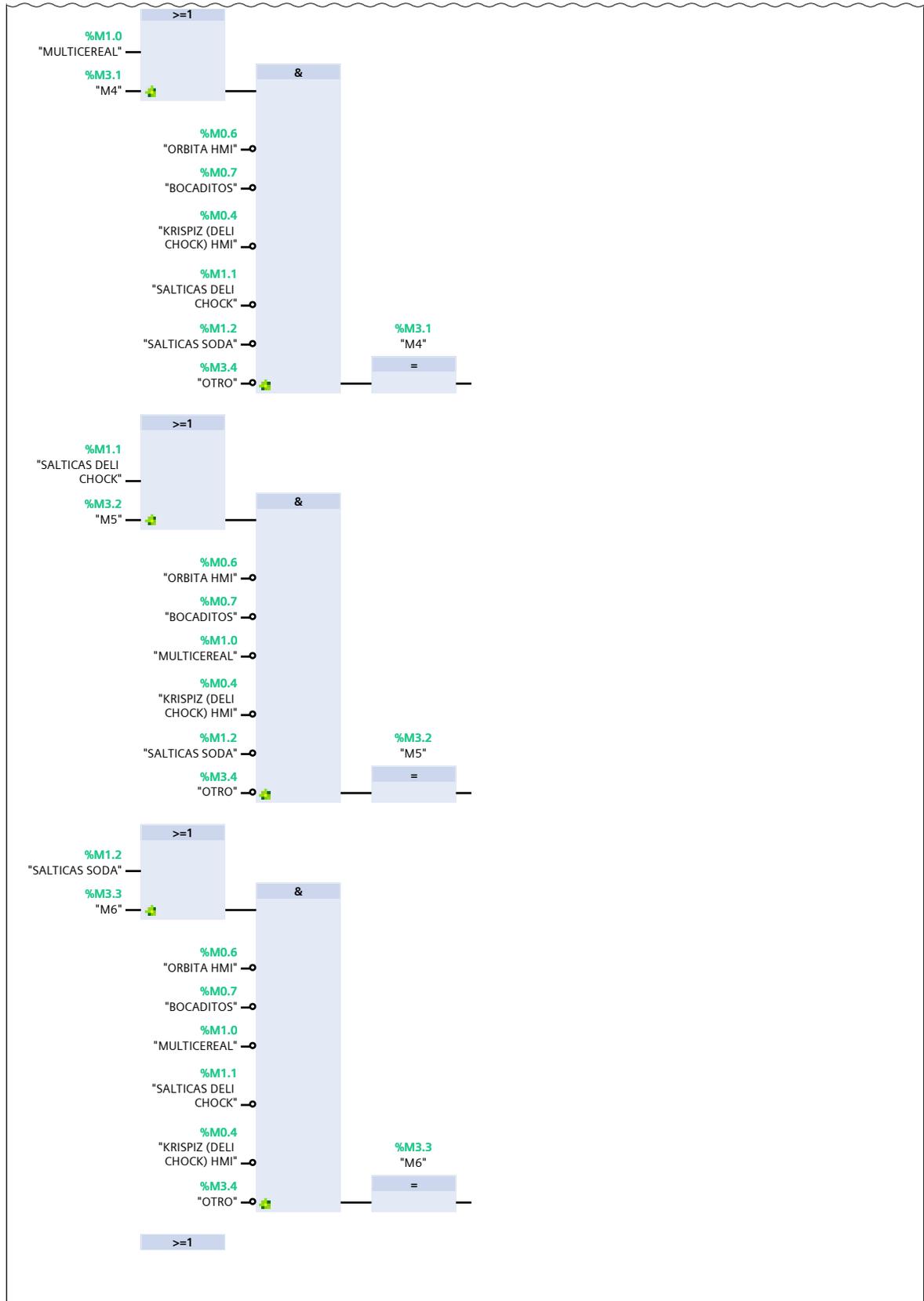
Segmento 5: Menú de recetas y valores de referencia para los variadores de frecuencia

Segmento 5: Menú de recetas y valores de referencia para los variadores de frecuencia (1.1 / 4.1)



Segmento 5: Menú de recetas y valores de referencia para los variadores de frecuencia (2.1 / 4.1)

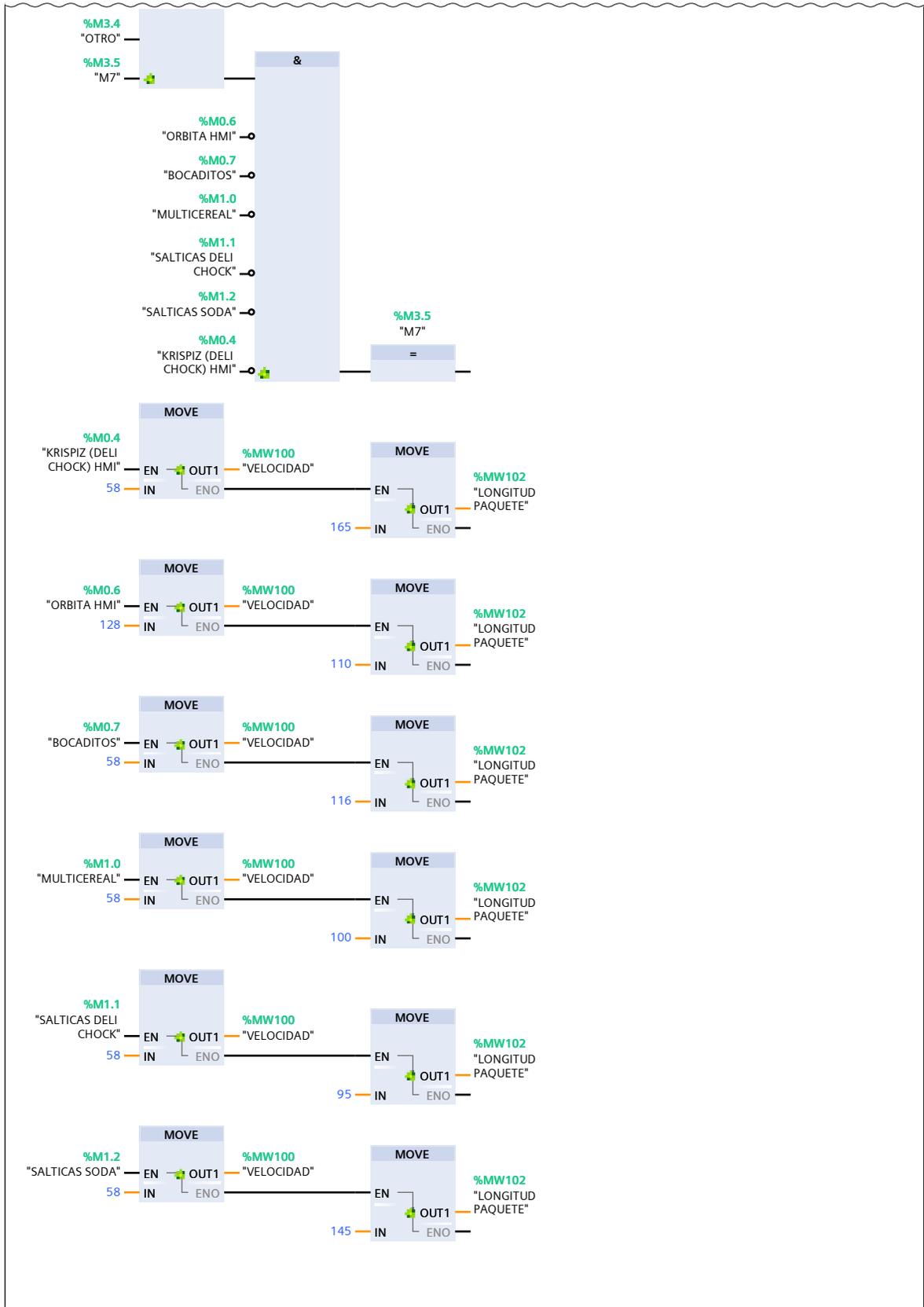
1.1 (Página1 - 6)



3.1 (Página1 - 8)

Segmento 5: Menú de recetas y valores de referencia para los variadores de frecuencia (3.1 / 4.1)

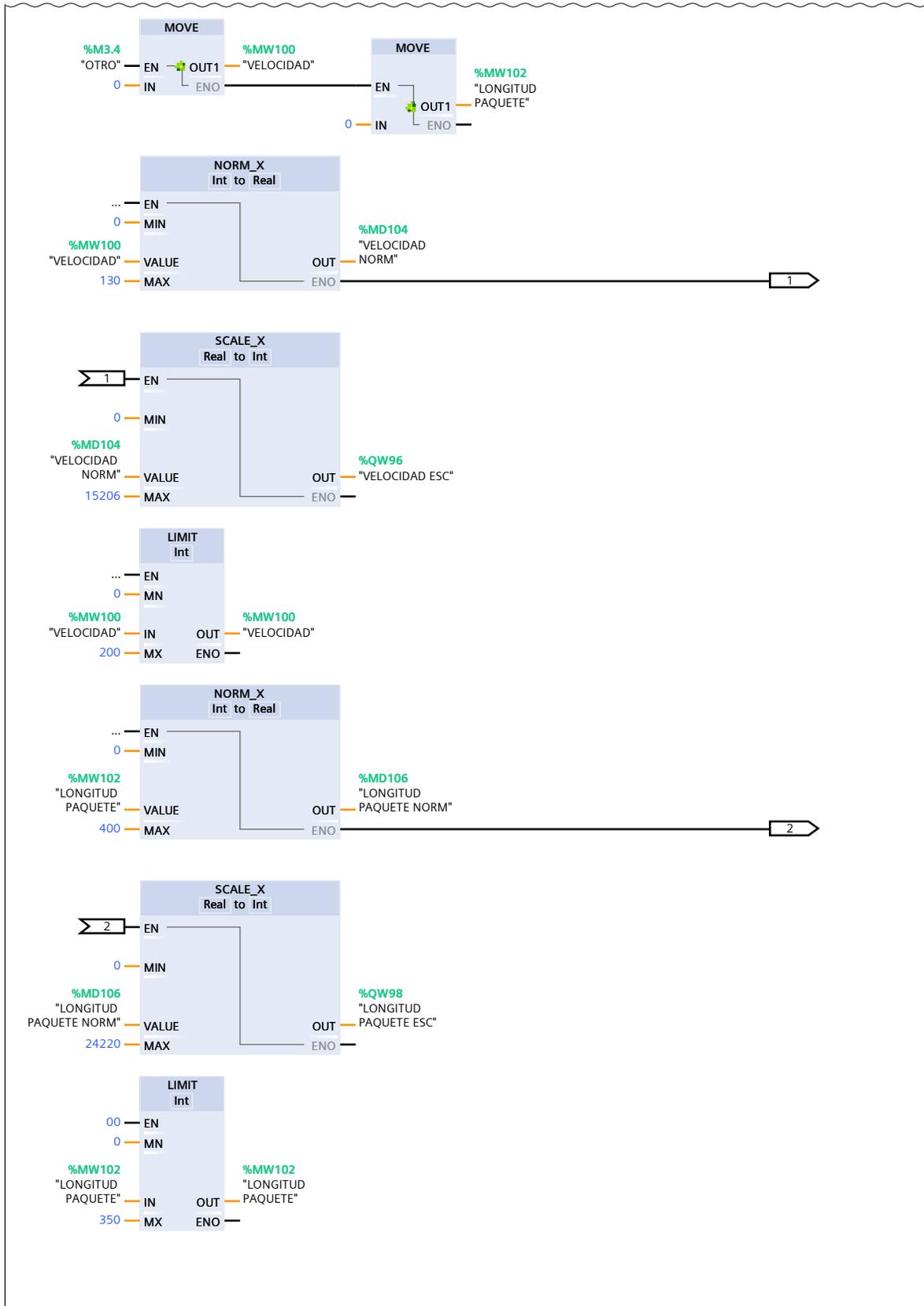
2.1 (Página1 - 7)



4.1 (Página1 - 9)

Segmento 5: Menú de recetas y valores de referencia para los variadores de frecuencia (4.1 / 4.1)

3.1 (Página1 - 8)



Segmento 6: Seguridades máquina



Segmento 7: MANDO GENERAL

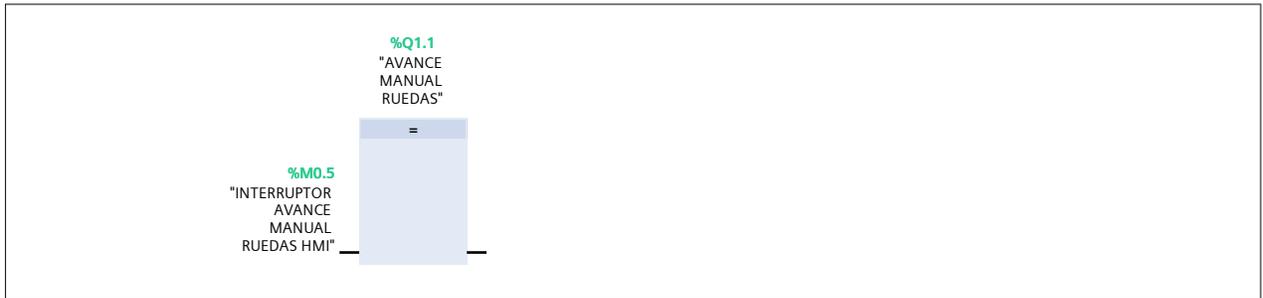
Segmento 7: MANDO GENERAL (2.1 / 2.1)

1.1 (Página1 - 11)

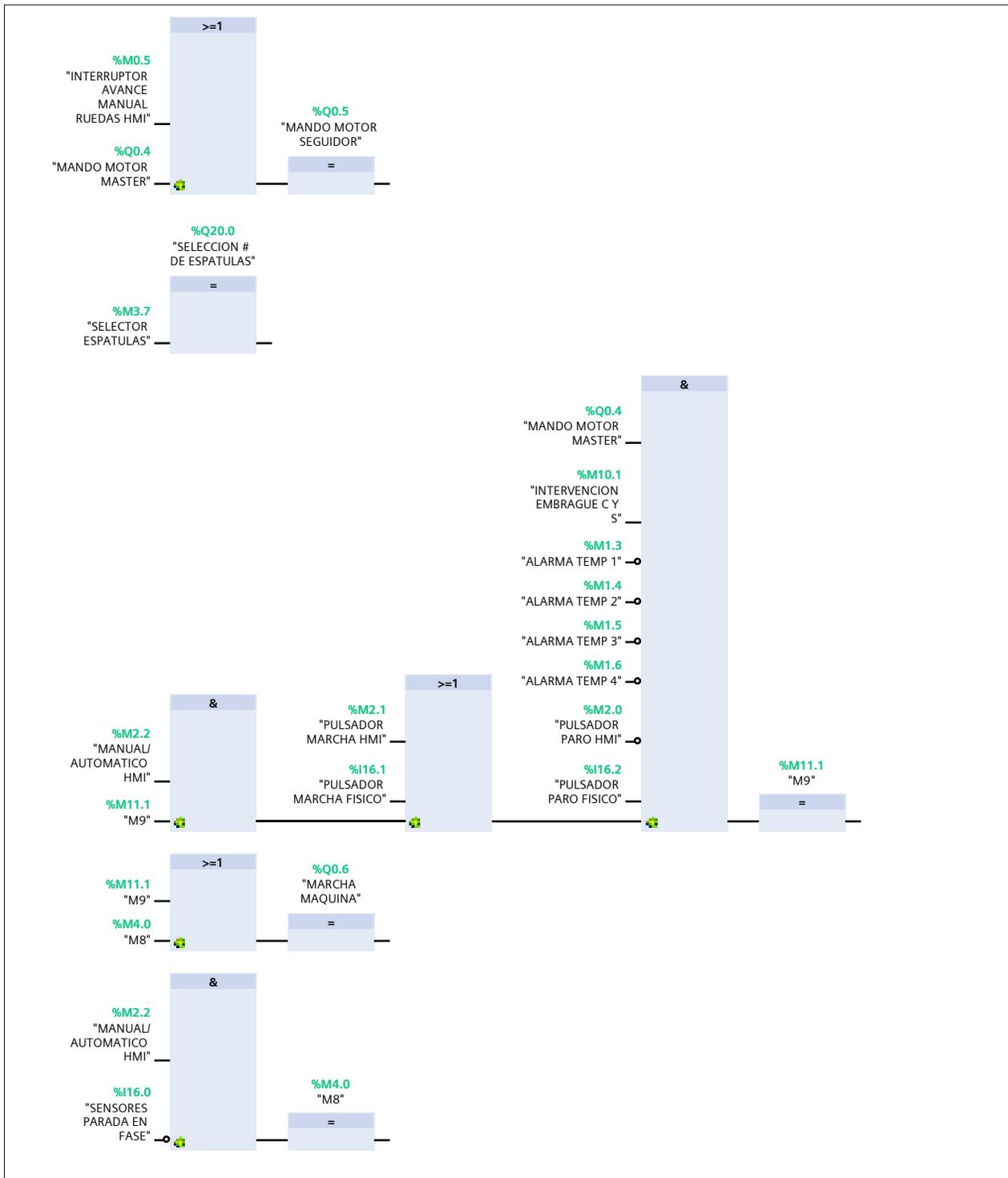
%M10.4
"HABILITACION
MAQUINA"



Segmento 8: Avance manual ruedas



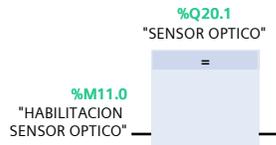
Segmento 9: Mando motores empaquetadora



Segmento 10: Mandos electrovalvulas



Segmento 11: Habilitacion sensor optico de taca



Segmento 12: Bloque de programacion de alarmas



PROGRAMA CON PANTALLA KTP400_V15 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/ DC] / Bloques de programa

PID temperaturas [OB30]

PID temperaturas Propiedades

General

Nombre	PID temperaturas	Número	30	Tipo	OB
Idioma	FUP	Numeración	Automático		

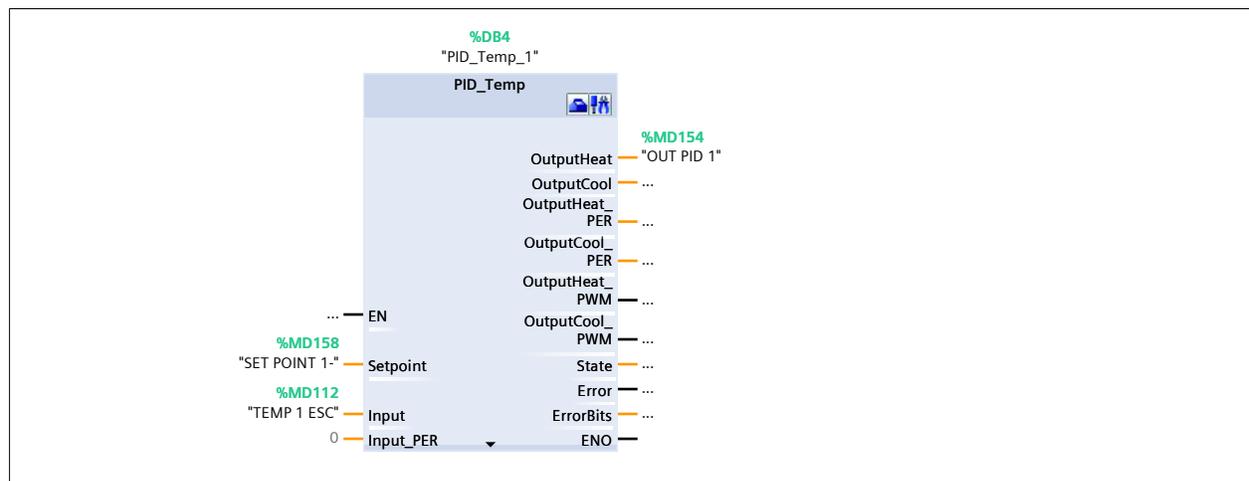
Información

Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

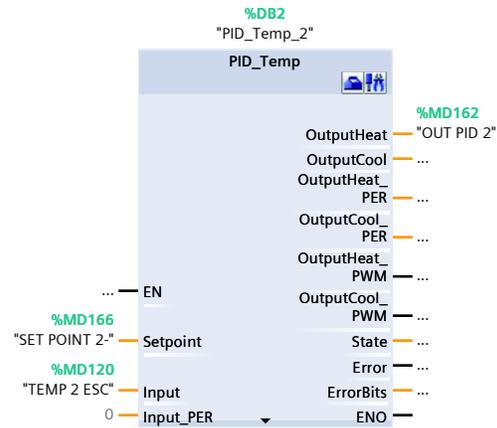
PID temperaturas

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Event_Count	Int		Events discarded
Temp			
Constant			

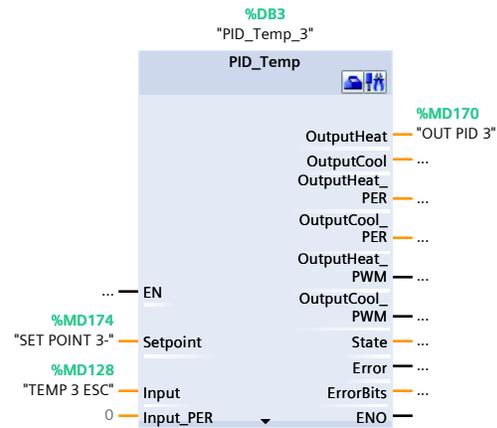
Segmento 1: PID temperatura mordaza inferior C Y S



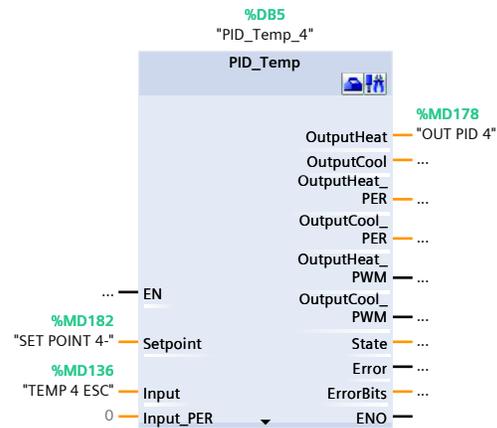
Segmento 2:



Segmento 3:



Segmento 4:



PROGRAMA CON PANTALLA KTP400_V15 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/ DC] / Bloques de programa

PROGRAMACION ALARMAS [FC1]

PROGRAMACION ALARMAS Propiedades

General

Nombre	PROGRAMACION ALAR- MAS	Número	1	Tipo	FC
Idioma	FUP	Numeración	Automático		

Información

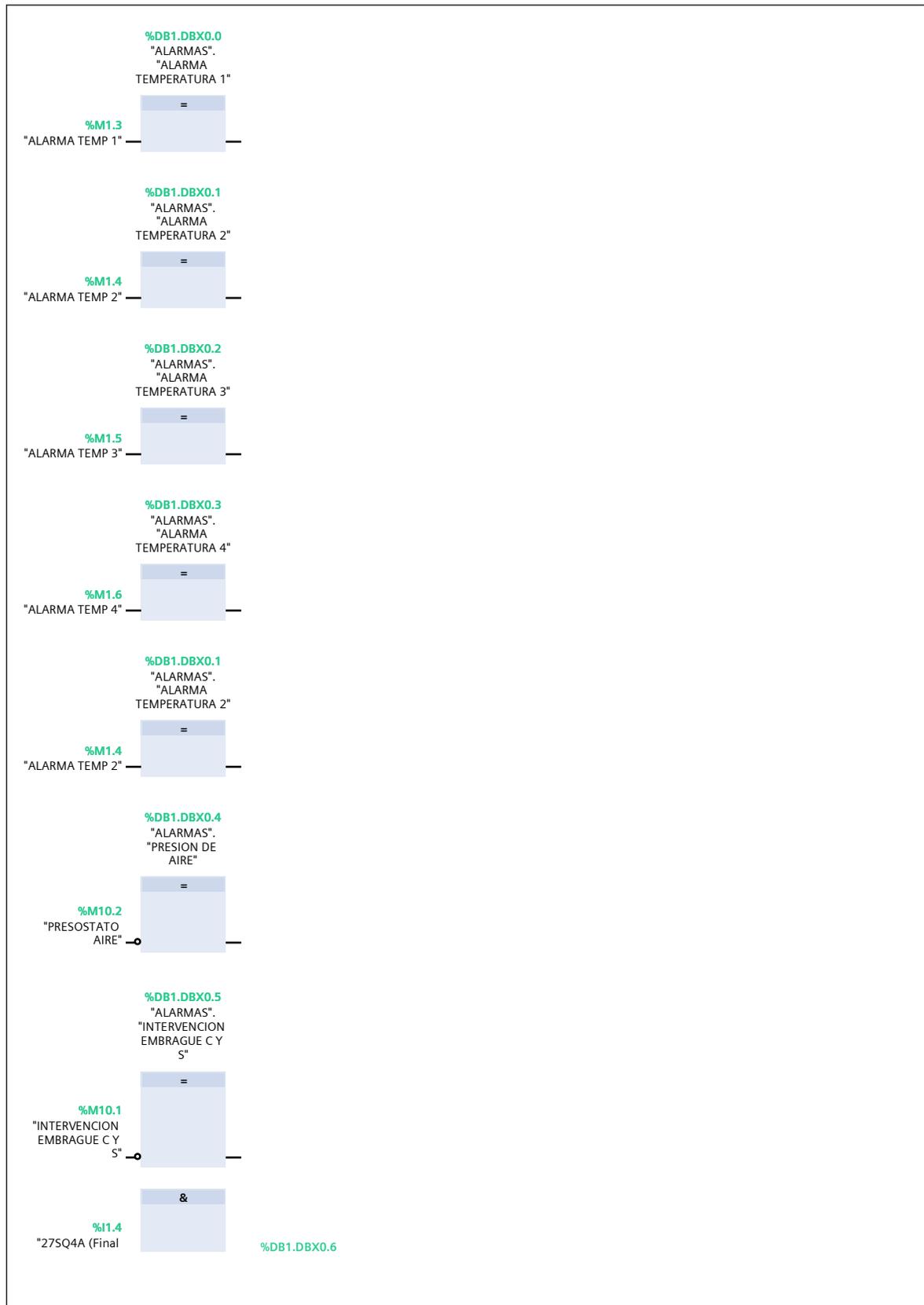
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personali- zada	

PROGRAMACION ALARMAS

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
PROGRAMACION ALARMAS	Void		

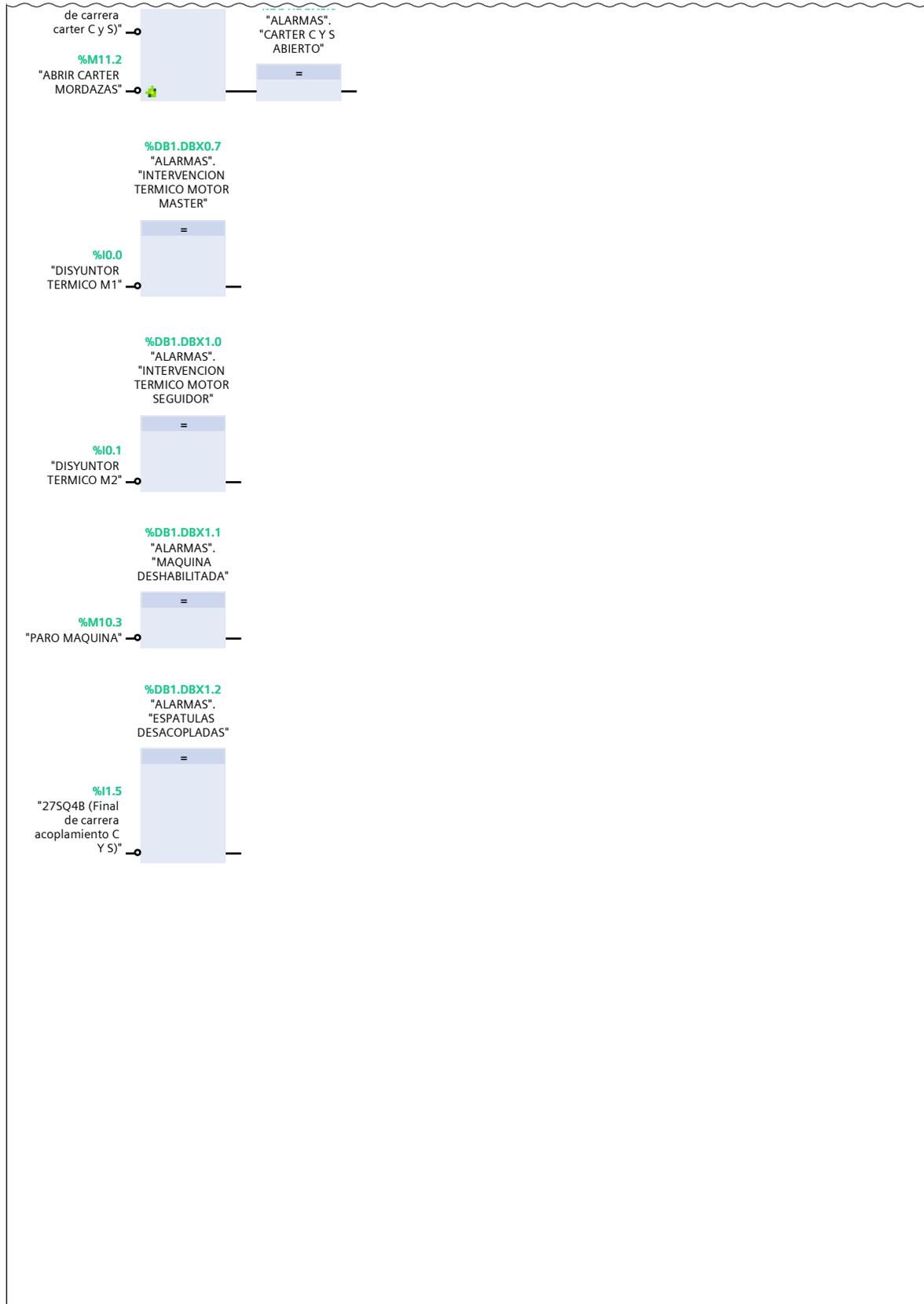
Segmento 1: Activación de los bits del bloque DB1 (Alarmas)

Segmento 1: Activación de los bits del bloque DB1 (Alarmas) (1.1 / 2.1)

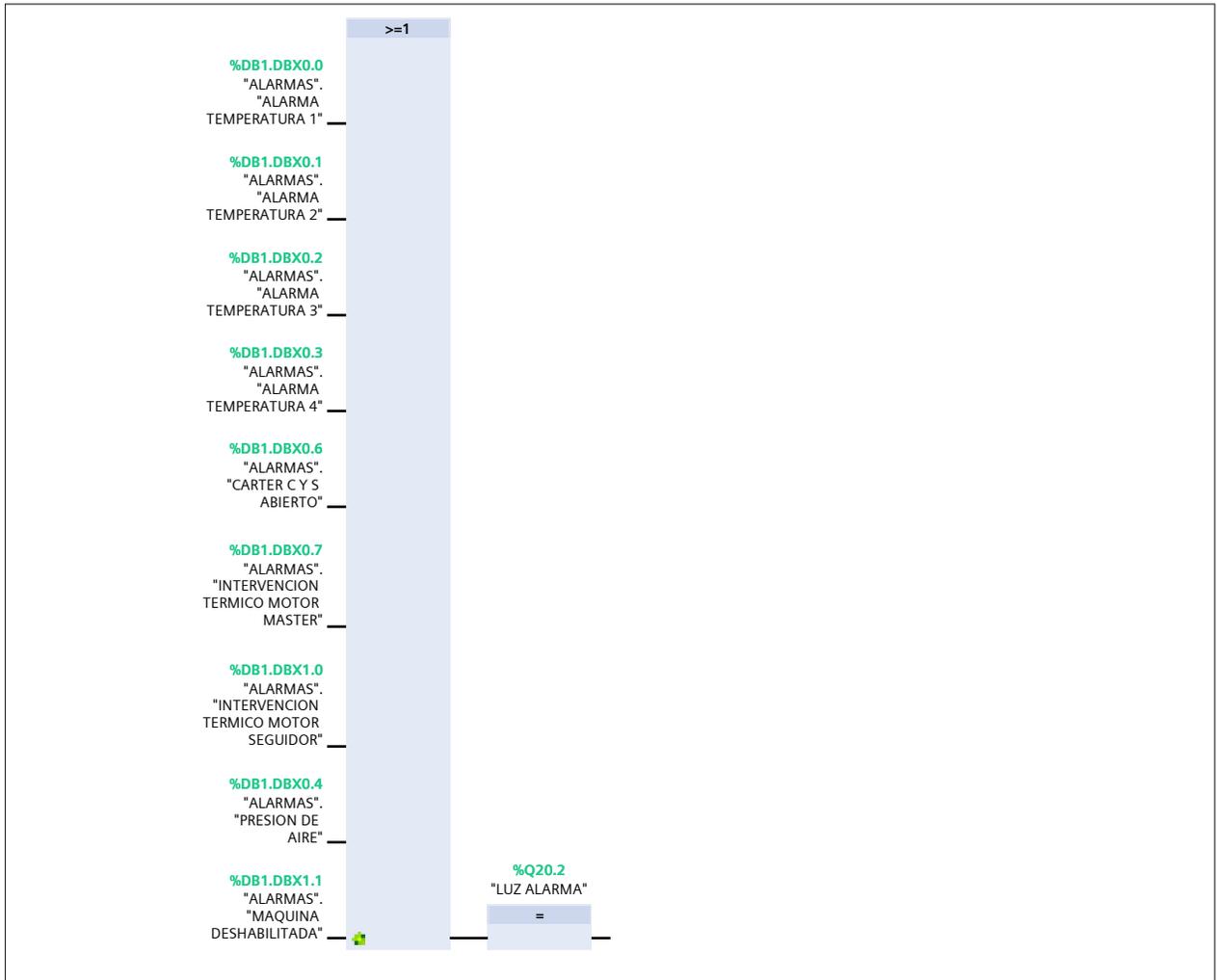


Segmento 1: Activación de los bits del bloque DB1 (Alarmas) (2.1 / 2.1)

1.1 (Página1 - 2)



Segmento 2: Luz alarma



ANEXO F: PROGRAMA VARIADORES DE FRECUENCIA.

Parameter Settings Report (Program)

13/12/2018 10:39:23

Program (Drive Selected / Connected):

Drive Type / Model: A1000 CIMR-A*2*0018***

Software: 10030 (Electronic Line Shaft)

Project: PARAMETROS VARIADOR MASTER TESIS

User:

Information

Parameter	Value	Information	Default Setting
<u>A1 Initialization</u>			
A1-01 Access level	2	Advanced Level Access	2
*A1-02 Control method...	3	Flux vector	2
A1-04 Enter password	0		0
A1-06 Select application	0	General	0
A1-07 DWEZ Function Selection	0	Disabled	0
<u>A2 User Parameters</u>			
A2-01 User parameter 1	A1-02	Control method	A1-02
A2-02 User parameter 2	b1-01	Reference selection	b1-01
A2-03 User parameter 3	b1-02	Operation method selection	b1-02
A2-04 User parameter 4	b1-03	Stopping method	b1-03
A2-05 User parameter 5	C1-01	Acceleration time 1	C1-01
A2-06 User parameter 6	C1-02	Deceleration time 1	C1-02
A2-07 User parameter 7	C6-01	Duty Cycle	C6-01
A2-08 User parameter 8	C6-02	Carrier frequency selection	C6-02
A2-09 User parameter 9	d1-01	Frequency reference 1	d1-01
A2-10 User parameter 10	d1-02	Frequency reference 2	d1-02
A2-11 User parameter 11	d1-03	Frequency reference 3	d1-03
A2-12 User parameter 12	d1-04	Frequency reference 4	d1-04
A2-13 User parameter 13	d1-17	Jog frequency reference	d1-17
A2-14 User parameter 14	E1-01	Input voltage setting	E1-01
A2-15 User parameter 15	E1-03	V/F pattern selection	E1-03
A2-16 User parameter 16	E1-04	Max. output frequency	E1-04
A2-17 User parameter 17	E1-05	Max. voltage	E1-05
A2-18 User parameter 18	E1-06	Base frequency	E1-06
A2-19 User parameter 19	E1-09	Min. output frequency	E1-09
A2-20 User parameter 20	E1-13	Base voltage	E1-13
A2-21 User parameter 21	E2-01	Motor rated current	E2-01
A2-22 User parameter 22	E2-04	Number of motor poles	E2-04
A2-23 User parameter 23	E2-11	Motor rated output	E2-11
A2-24 User parameter 24	H4-02	Multi-Function Analog 1 Output Gain	H4-02
A2-25 User parameter 25	L1-01	Motor protection selection	L1-01
A2-26 User parameter 26	L3-04	StallP deceleration selection	L3-04
A2-27 User parameter 27	Not Mapped		-N/M-

Parameter	Value	Information	Default Setting
A2-28	User parameter 28	Not Mapped	-N/M-
A2-29	User parameter 29	Not Mapped	-N/M-
A2-30	User parameter 30	Not Mapped	-N/M-
A2-31	User parameter 31	Not Mapped	-N/M-
A2-32	User parameter 32	Not Mapped	-N/M-
A2-33	User parameter Automatic registration	0	Automatic registration is unavailable (User setting from A2-01) 0
<u>b1 Operation Mode Selection</u>			
b1-01	Reference selection	1	Control circuit terminal 1
b1-02	Operation method selection	1	Control circuit terminal 1
b1-03	Stopping method	0	Deceleration to stop 0
b1-04	Reverse operation	0	Reverse enabled 0
b1-05	Zero-Speed Operation Selection	0	RUN at Frequency Reference 0
b1-06	Digital Input Scan Selection	1	2 Scans 1
b1-07	Local/remote run selection	0	Cycle External Run - If the run command is closed when 0
b1-08	Run command at programming	0	Cannot operate 0
b1-14	Phase Turn Selection	0	Normal 0
b1-15	Reference Selection in Local case	0	Digital operator 0
b1-16	Operation method selection in Local case	0	Digital operator 0
b1-17	Operation permission with power ON/OFF	0	Prohibition 0
<u>b2 DC Injection Braking</u>			
b2-01	DC injection start frequency	0,5 Hz	0,5 Hz
b2-03	DC injection time at start	0,00 sec	0,00 sec
b2-04	DC injection time at stop	0,50 sec	0,50 sec
<u>b3 Speed Search</u>			
b3-05	Search wait time	0,2 sec	0,2 sec
<u>b4 Timer Function</u>			
b4-01	Delay-ON timer	0,0 sec	0,0 sec
b4-02	Delay-OFF timer	0,0 sec	0,0 sec
<u>b5 PID Control</u>			
b5-01	PID control mode selection	0	Disabled 0
b5-02	PID P gain	1,00	1,00
b5-03	PID I time	1,0 sec	1,0 sec
b5-04	PID I limit	100,0 %	100,0 %
b5-05	PID D time	0,00 sec	0,00 sec
b5-06	PID limit	100,0 %	100,0 %
b5-07	PID offset adjustment	0,0 %	0,0 %
b5-08	PID primary delay time constant	0,00 sec	0,00 sec
b5-09	Output level selection	0	PID output is forward. 0
b5-10	PID output gain	1,00	1,00
b5-11	PID output reverse selection	0	0 limit when PID output is negative 0
b5-12	Feedback loss detection selection	0	Disabled. No detection PID feedback loss. 0
b5-13	Feedback loss detection level	0 %	0 %
b5-14	Feedback loss detection time	1,0 sec	1,0 sec
b5-15	PID sleep level	0,0 Hz	0,0 Hz
b5-16	PID sleep time	0,0 sec	0,0 sec
b5-17	Accel/Decel time for PID reference	0,0 sec	0,0 sec
b5-18	PID Setpoint Selection	0	Disable 0
b5-19	PID Setpoint Value	0,00 %	0,00 %
b5-20	PID Setpoint Scaling	1	0.01% units 1
b5-34	PID Output Lower Limit	0,0 %	0,0 %
b5-35	PID Input Limit	1000,0 %	1000,0 %
b5-36	PID Feedback High Detection Level	100 %	100 %
b5-37	PID Feedback High Detection Time	1,0 sec	1,0 sec

Parameter	Value	Information	Default Setting
b5-40 PID Fref monitor Selection	0	Fref Monitor with PID	0
b5-47 PID Output Reverse Selection	1	Reverses when PID output is negative.	1
<u>b6 Dwell Function</u>			
b6-01 Dwell frequency at start	0,0 Hz		0,0 Hz
b6-02 Dwell time at start	0,0 sec		0,0 sec
b6-03 Dwell frequency at stop	0,0 Hz		0,0 Hz
b6-04 Dwell time at stop	0,0 sec		0,0 sec
<u>b7 Droop Control</u>			
b7-01 Droop control gain	0,0 %		0,0 %
b7-02 Droop control delay time	0,05 sec		0,05 sec
b7-03 Droop control limit selection	1	Enabled	1
<u>b8 Energy Saving</u>			
b8-01 Energy-saving mode selection	0	Disable	0
b8-02 Energy-saving gain	1,0		1,0
b8-03 Energy-saving filter time constant	0,01 sec		0,01 sec
<u>b9 Zero Servo</u>			
b9-01 Zero-servo gain	5		5
b9-02 Zero-servo completion width	10		10
<u>C1 Acceleration and Deceleration Times</u>			
*C1-01 Acceleration time 1... [M]	0,1 sec		10,0 sec
*C1-02 Deceleration time 1... [M]	0,0 sec		10,0 sec
C1-03 Acceleration time 2	10,0 sec		10,0 sec
C1-04 Deceleration time 2	10,0 sec		10,0 sec
C1-05 Acceleration time 3 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-06 Deceleration time 3 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-07 Acceleration time 4 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-08 Deceleration time 4 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-09 Emergency stop time	10,0 sec		10,0 sec
C1-10 Accel/Decel time setting unit	1	0.1-second units	1
C1-11 Accel/Decel switching frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
<u>C2 S-Curve Characteristics</u>			
C2-01 S-curve acceleration at start	0,20 sec		0,20 sec
C2-02 S-curve acceleration at end	0,20 sec		0,20 sec
C2-03 S-curve deceleration at start	0,20 sec		0,20 sec
C2-04 S-curve deceleration at end	0,00 sec		0,00 sec
<u>C3 Slip Compensation</u>			
C3-01 Slip compensation gain	1,0		1,0
C3-05 Output V Limit	0	Disable	0
<u>C5 Speed Control (ASR)</u>			
C5-01 ASR proportional (P) gain 1	20,00		20,00
C5-02 ASR integral (I) time 1	0,500 sec		0,500 sec
C5-03 ASR proportional (P) gain 2	20,00		20,00
C5-04 ASR integral (I) time 2	0,500 sec		0,500 sec
C5-06 ASR primary delay time constant	0,004 sec		0,004 sec
C5-07 ASR gain switching frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
C5-08 ASR integral limit	400 %		400 %
C5-17 Motor Inertia	0,0158 kgm ²		0,0158
C5-18 Load Inertia ratio	1,0		1,0
<u>C6 Carrier Frequency</u>			
C6-01 Duty Cycle	1	ND(VT)	1
C6-02 Carrier frequency selection	01	F _c = 2.0kHz	01
C6-09 Carrier in tune	0	Carrier frequency is 5khz	0
<u>d1 Frequency Reference</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
*d1-01 Frequency reference 1... [M]	10,00 Hz		0,00 Hz
d1-02 Frequency reference 2	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-03 Frequency reference 3	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-04 Frequency reference 4	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-05 Frequency reference 5	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-06 Frequency reference 6	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-07 Frequency reference 7	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-08 Frequency reference 8	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-09 Frequency reference 9	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-10 Frequency reference 10	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-11 Frequency reference 11	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-12 Frequency reference 12	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-13 Frequency reference 13	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-14 Frequency reference 14	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-15 Frequency reference 15	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-16 Frequency reference 16	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-17 Jog frequency reference	6,00 Hz		6,00 Hz
<u>d2 Frequency Upper and Lower Limits</u>			
*d2-01 Frequency reference upper limit... [M]	82,5 %		100,0 %
*d2-02 Frequency reference lower limit... [M]	15,0 %		0,0 %
d2-03 Master speed reference lower limit	0,0 %		0,0 %
<u>d3 Jump Frequency</u>			
d3-01 Jump frequency 1	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-02 Jump frequency 2	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-03 Jump frequency 3	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-04 Jump frequency width	1,0 Hz		1,0 Hz
<u>d4 Frequency Reference Hold</u>			
d4-01 MOP reference memory	0	Disabled	0
d4-03 Frequency reference bias steps(up/down2)	0,00 Hz		0,00 Hz
d4-04 Accel/Decel rate selection(up/down2)	0	Bias value Accel/Decel at the rate of current selected	0
d4-05 Bias mode selection(up/down2)	0	Hold bias value while both of UP/DOWN command are	0
d4-06 Bias value(up/down2)	0,0 %		0,0 %
d4-07 Analog change limit	1,0 %		1,0 %
d4-08 Frequency Reference Bias Upper Limit	100,0 %		100,0 %
d4-09 Frequency Reference Bias Lower Limit	0,0 %		0,0 %
d4-10 Up/Down Frequency Reference Limit	0	The lower limit is determined by d2-02 or analog input	0
<u>d5 Torque Control</u>			
d5-01 Torque Control Selection	0	Speed Control	0
d5-02 Torque reference delay time	0 ms		0 ms
d5-03 Speed Limit Selection	1	Speed Limit is Fref	1
d5-04 Speed limit	0 %		0 %
d5-05 Speed limit bias	10 %		10 %
d5-06 Reference hold time	0 ms		0 ms
d5-08 Speed Priority Circuit Enable/Disable	1	Enabled	1
<u>d6 Field Weakening and Field Forcing</u>			
d6-03 Magnetic Field Forcing Enable/Disable	0	Disabled	0
d6-06 Field force limit	400 %		400 %
<u>d7 Offset Frequency</u>			
d7-01 Offset frequency 1	0,0 %		0,0 %
d7-02 Offset frequency 2	0,0 %		0,0 %
d7-03 Offset frequency 3	0,0 %		0,0 %
<u>E1 Motor 1 V/f Pattern Characteristics</u>			
E1-01 Input voltage setting	230 VAC		230 VAC

Parameter	Value	Information	Default Setting
E1-04 Max. output frequency	60,0 Hz		60,0 Hz
*E1-05 Max. voltage... [M]	220,0 VAC		230,0 VAC
E1-06 Base frequency	60,0 Hz		60,0 Hz
E1-09 Min. output frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
E1-11 Mid output frequency 2	0,0 Hz		0,0 Hz
E1-12 Mid output frequency voltage 2	0,0 VAC		0,0 VAC
*E1-13 Base voltage... [M]	220,0 VAC		0,0 VAC
<u>E2 Motor 1 Setup</u>			
*E2-01 Motor rated current... [M]	9,00 A		14,00 A
*E2-02 Motor rated slip... [M]	9,73 Hz		2,73 Hz
*E2-03 Motor no-load current... [M]	6,48 A		4,50 A
*E2-04 Number of motor poles... [M]	2		4
*E2-05 Motor line-to-line resistance... [M]	1,020 Ohm		0,771 Ohm
*E2-06 Motor leak inductance... [M]	40,0 %		19,6 %
E2-07 Saturation Comp 1	0,50		0,50
E2-08 Saturation Comp 2	0,75		0,75
E2-09 Motor mechanical loss	0,0 %		0,0 %
*E2-11 Motor rated output... [M]	2,70 kW		3,70 kW
<u>F1 PG Option</u>			
*F1-01 PG constant... [M]	4096 PPR		1024 PPR
F1-02 PG feedback loss selection	1	Coast to Stop	1
F1-03 PG overspeed selection	1	Coast to Stop	1
F1-04 PG deviation selection	3	Alarm Only	3
*F1-05 PG rotation... [M]	1	Phase B leads with forward run command.	0
F1-06 PG division rate(PG pulse monitor)	1		1
*F1-08 Overspeed detection level... [M]	120 %		115 %
F1-09 Overspeed detection delay time	0,0 sec		0,0 sec
F1-10 PG deviation level	10 %		10 %
F1-11 PG deviation time	0,5 sec		0,5 sec
F1-14 PG open-circuit detection time	2,0 sec		2,0 sec
F1-20 Hardware PGO Detection Enable/Disable	1	Enable	1
F1-21 PG Input Mode Selection	1	Dual Phase Detection (A&B phase)	1
F1-31 PG 2 Pulses Per Revolution	1024 PPR		1024 PPR
F1-32 PG 2 Rotation Selection	0	Phase A leads with forward run command.	0
F1-36 PG Option Card Disconnect Detection 2	1	Enable	1
F1-37 PG 2 Signal Selection	1	Dual Phase Detection (A&B phase)	1
<u>F2 Analog Input Card (AI-A3)</u>			
F2-01 AI Option Input Mode Selection	0	3ch Individual Input	0
F2-02 AI Option Input Gain Setting	100,0 %		100,0 %
F2-03 AI Option Input Bias Setting	0,0 %		0,0 %
<u>F3 Digital Input Card (DI-A3)</u>			
F3-01 DI Option Input Mode Selection	0	BCD 1%	0
F3-03 DI Option Bit Size Selection	2	16 bit	2
<u>F4 Analog Monitor Card (AO-A3)</u>			
F4-01 Terminal V1 Monitor Setting	102	Output frequency	102
F4-02 Terminal V1 Monitor Gain Setting	100,0 %		100,0 %
F4-03 Terminal V2 Monitor Setting	103	Output current	103
F4-04 Terminal V2 Monitor Gain Setting	50,0 %		50,0 %
F4-05 Terminal V1 Monitor Bias Setting	0,0 %		0,0 %
F4-06 Terminal V2 Monitor Bias Setting	0,0 %		0,0 %
F4-07 AO1 Option Output Level Selection	0	0 to +10 V	0
F4-08 AO2 Option Output Level Selection	0	0 to +10 V	0
<u>F5 Digital Output Card (DO-A3)</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
F5-01 DO Option ch1 Selection (DO08/DO02)	0000	Closed: There is a run command present or the drive is	0000
F5-02 DO Option ch2 Selection (DO08/DO02)	0001	Closed: Output frequency is zero	0001
F5-03 DO Option ch3 Selection (DO08)	0002	Closed: Output frequency equals the speed reference (plus or	0002
F5-04 DO Option ch4 Selection (DO08)	0004	Closed: Output frequency is less than or equal to the value in	0004
F5-05 DO Option ch5 Selection (DO08)	0006	Closed: Drive Ready	0006
F5-06 DO Option ch6 Selection (DO08)	0037	During frequency output (ON: During frequency output)	0037
F5-07 DO Option ch7 Selection (DO08)	000F	Not used	000F
F5-08 DO Option ch8 Selection (DO08)	000F	Not used	000F
F5-09 DO Option (DO08) Output Mode Selection	0	8ch Individual Output	0
F6 Option Card 1 Serial Communication			
F6-01 Operation selection after communications	1	Coast to stop	1
F6-02 Selection of External Fault from	0	Always detect	0
F6-03 Stopping Method for External Fault from	1	Coast to Stop	1
F6-04 Trace Sampling from Communications	2,0 sec		2,0 sec
F6-06 Torque Reference/Torque Limit Selection	0	Disable	0
F6-07 Fref Priority Selection	0	NetREF/ComREF are available.	0
F6-08 Comm Parameter Initialize Selection	0	Comm Parameters are not initialized due to A1-02.	0
F6-10 Node Address	0		0
F6-11 Communication Speed	0	156 Kbps	0
F6-14 BUS Error Auto Reset	0	Disabled	0
F6-20 Station Address	21		21
F6-21 Frame length	0	32byte mode	0
F6-22 Link Speed	0	10MHz	0
F6-23 Mon E register	0000		0000
F6-24 Mon F register	0000		0000
F6-25 BUS Error Detection Mode Selection	1	Coast to Stop	1
F6-26 Number of BUS error detection	2		2
F6-30 Node Address	0		0
F6-31 Clear Mode Selection	0	Resets back to zero.	0
F6-32 ProfibusMap Selection	0	PPO Type	0
F6-35 Node Address	0		0
F6-36 CANopen Communication Speed	6	500 Kbps	6
F6-40 Node Address	0		0
F6-41 Communication Speed	0	93.75 Kbit/s	0
F6-45 Node Address	1		1
F6-46 Baud Rate	3	9600 bps	3
F6-47 Drive Transmit Wait Time	5 ms		5 ms
F6-48 BACnet Device Object Identifier 0	0000		0000
F6-49 BACnet Device Object Identifier 1	00		00
F6-50 MAC Address	64		64
F6-51 Baud Rate	4	Detect automatically	4
F6-52 PCA Setting	21		21
F6-53 PPA Setting	71		71
F6-54 Idle Mode Fault Detection	0	No Detection	0
F6-56 Speed Scaling	0		0
F6-57 Current Scaling	0		0
F6-58 Torque Scaling	0		0
F6-59 Power Scaling	0		0
F6-60 Voltage Scaling	0		0
F6-61 Time Scaling	0		0
F6-62 Heart Beat	0		0
F6-64 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 1	0000		0000
F6-65 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 2	0000		0000

Parameter	Value	Information	Default Setting
F6-66 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 3	0000		0000
F6-67 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 4	0000		0000
F6-68 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 1	0000		0000
F6-69 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 2	0000		0000
F6-70 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 3	0000		0000
F6-71 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 4	0000		0000
<u>F7 Option Card 2 Serial Communication</u>			
F7-01 IP Address1	192		192
F7-02 IP Address2	168		168
F7-03 IP Address3	1		1
F7-04 IP Address4	20		20
F7-05 Subnet Mask1	255		255
F7-06 Subnet Mask2	255		255
F7-07 Subnet Mask3	255		255
F7-08 Subnet Mask4	0		0
F7-09 Gateway Address1	192		192
F7-10 Gateway Address2	168		168
F7-11 Gateway Address3	1		1
F7-12 Gateway Address4	1		1
F7-13 Address Startup Mode	2	DHCP	2
F7-14 Duplex Mode Setting	1	Auto Negotiate	1
F7-15 Speed Mode Setting	10	10 Mbps speed setting	10
F7-16 Timeout Value	0		0
F7-17 Speed Scaling	0		0
F7-18 Current Scaling	0		0
F7-19 Torque Scaling	0		0
F7-20 Power Scaling	0		0
F7-21 Voltage Scaling	0		0
F7-22 Time Scaling	0		0
F7-23 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 1	0000		0000
F7-24 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 2	0000		0000
F7-25 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 3	0000		0000
F7-26 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 4	0000		0000
F7-27 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 5	0000		0000
F7-28 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 6	0000		0000
F7-29 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 7	0000		0000
F7-30 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 8	0000		0000
F7-31 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 9	0000		0000
F7-32 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 10	0000		0000
F7-33 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 1	0000		0000
F7-34 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 2	0000		0000
F7-35 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 3	0000		0000
F7-36 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 4	0000		0000
F7-37 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 5	0000		0000
F7-38 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 6	0000		0000
F7-39 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 7	0000		0000
F7-40 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 8	0000		0000
F7-41 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 9	0000		0000
F7-42 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 10	0000		0000
<u>H1 Multi-Function Digital Inputs</u>			
H1-01 Terminal S1 function selection	40	Forward Run Command	40
H1-02 Terminal S2 function selection	41	Reverse Run Command	41
H1-03 Terminal S3 function selection	24	External fault, N/O Detect always, coast stop	24

Parameter	Value	Information	Default Setting
H1-04 Terminal S4 function selection	14	Fault reset	14
H1-05 Terminal S5 function selection	03	Multi-step speed reference 1	03
H1-06 Terminal S6 function selection	04	Multi-step speed reference 2	04
H1-07 Terminal S7 function selection	06	Jog frequency reference	06
H1-08 Terminal S8 function selection	08	External baseblock (N/O)	08
<u>H2 Multi-Function Digital Outputs</u>			
H2-01 Terminal M1/M2 Selection	0000	Closed: There is a run command present or the drive is	0000
H2-02 Terminal M3/M4 Selection	0001	Closed: Output frequency is zero	0001
H2-03 Terminal M5/M6 Selection	0002	Closed: Output frequency equals the speed reference (plus or	0002
H2-06 Output unit selection	0	0.1kWh unit	0
<u>H3 Multi-Function Analog Inputs</u>			
H3-01 Terminal A1 Signal Level Selection	0	0 to +10 V	0
H3-02 Terminal A1 Function Selection	00	Frequency Bias	00
H3-03 Terminal A1 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-04 Terminal A1 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-05 Terminal A3 Signal Level Selection	0	0 to +10 V	0
H3-06 Terminal A3 Function Selection	02	Auxiliary Frequency Reference 1 (used as a second frequency	02
H3-07 Terminal A3 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-08 Terminal A3 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-09 Terminal A2 Signal Level Selection	2	4 to 20 mA	2
H3-10 Terminal A2 Function Selection	00	Frequency Bias	00
H3-11 Terminal A2 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-12 Terminal A2 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-13 Filter Avg time	0,03 sec		0,03 sec
H3-14 Analog Input Enable/Disable Selection	7	Enable All AI	7
H3-16 A1 Offset	0		0
H3-17 A2 Offset	0		0
H3-18 A3 Offset	0		0
<u>H4 Multi-Function Analog Outputs</u>			
H4-01 Multi-Function Analog 1 Monitor Selection	102	Output frequency	102
H4-02 Multi-Function Analog 1 Output Gain	100,0 %		100,0 %
H4-03 Multi-Function Analog 1 Output Bias	0,0 %		0,0 %
H4-04 Multi-Function Analog 2 Monitor Selection	103	Output current	103
H4-05 Multi-Function Analog 2 Output Gain	50,0 %		50,0 %
H4-06 Multi-Function Analog 2 Output Bias	0,0 %		0,0 %
H4-07 Multi-Function Analog 1 Signal Level	0	0 to +10 V	0
H4-08 Multi-Function Analog 2 Signal Level	0	0 to +10 V	0
<u>H5 MEMOBUS/Modbus Communications</u>			
H5-01 Station address	1F		1F
H5-02 Communication speed selection	3	9600 bps	3
H5-03 Communication parity selection	0	No parity	0
H5-04 Serial fault selection	3	Operation continued	3
H5-05 CE Detection Selection	1	Enabled	1
H5-06 Send wait time	5 ms		5 ms
H5-07 RTS control ON/OFF	1	Enabled	1
H5-09 CE detection time	2,0 sec		2,0 sec
H5-10 Output voltage monitor(Register No.25) unit	0	0.1V unit	0
H5-11 ENTER function selection of transmission	0	A constant is reflected and memorized when ENTER is input.	0
H5-12 Run Command Method Selection	0	FWD/STOP,REV/STOP type	0
<u>H6 Pulse Train Input/Output</u>			
H6-01 Pulse train input function selection	0	Frequency reference	0
H6-02 Pulse train input scaling	1440 Hz		1440 Hz
H6-03 Pulse train input gain	100,0 %		100,0 %

Parameter	Value	Information	Default Setting
H6-04 Pulse train input bias	0,0 %		0,0 %
H6-05 Pulse train input filter time	0,10 sec		0,10 sec
H6-06 Pulse train monitor selection	102	Output frequency	102
H6-07 Pulse train monitor scaling	1440 Hz		1440 Hz
H6-08 Pulse Train Min Input Frequency	0,5 Hz		0,5 Hz
<u>L1 Protection</u>			
L1-01 Motor protection selection	1	General-purpose motor protection	1
L1-02 Motor protection time constant	1,0 min		1,0 min
L1-03 MOL thermistor input	3	Operation continued	3
L1-04 MOL filter time	1	Coast to stop	1
L1-05 MOL reserved 1	0,20 sec		0,20 sec
L1-13 Electronic thermal continues	1	Continue Electronic thermal	1
<u>L2 Momentary Power Loss</u>			
*L2-01 Momentary power loss detection... [M]	2	Enabled while CPU is operating	0
L2-02 Momentary power loss ridethru time	1,0 sec		1,0 sec
L2-03 Min. baseblock time	0,6 sec		0,6 sec
L2-04 Voltage recovery time	0,3 sec		0,3 sec
L2-05 Undervoltage detection level	190 VDC		190 VDC
L2-06 KEB deceleration time	0,0 sec		0,0 sec
L2-07 Momentary recovery time	0,0 sec		0,0 sec
L2-08 KEB Frequency	100 %		100 %
L2-10 KEB detect time	50 ms		50 ms
L2-11 Desired DC Bus Voltage during KEB	260 VDC		260 VDC
L2-29 KEB Mode Selection	0	Single Mode KEB1	0
<u>L3 Stall Prevention Function</u>			
L3-04 StallP deceleration selection	1	General Purpose - The deceleration will be stop when the Vdc	1
L3-11 OV Inhibit selection	0	Disable	0
L3-17 Overvoltage Suppression and Deceleration	375 VDC		375 VDC
L3-20 Adjustment Gain	0,30		0,30
L3-21 Deceleration rate operation gain	1,00		1,00
*L3-24 Inertia conversion motor acceler... [M]	0,145 sec		0,154 sec
L3-25 Load inertia P	1,0		1,0
L3-26 Capacity of external capacitor	0 uF		0 uF
<u>L4 Frequency Detection</u>			
L4-01 Speed agreement level	0,0 Hz		0,0 Hz
L4-02 Speed agreement width	2,0 Hz		2,0 Hz
L4-03 Speed agreement level +/-	0,0 Hz		0,0 Hz
L4-04 Speed agreement width +/-	2,0 Hz		2,0 Hz
L4-05 Reference loss selection	0	Stop	0
L4-06 Frequency reference at floss	80,0 %		80,0 %
L4-07 Conditions of Frequency detection	0	No detection during baseblock.	0
<u>L5 Fault Reset</u>			
L5-01 Number of auto restart attempts	0		0
L5-02 Auto restart operation selection	0	Not output(Fault contact is not activated)	0
L5-04 Fault Reset Interval Time	10,0 sec		10,0 sec
L5-05 Auto restart selection	0	Continuous	0
<u>L6 Overtorque Detection</u>			
L6-01 Torque detection selection 1	0	Overtorque/undertorque detection disabled	0
L6-02 Torque detection level 1	150 %		150 %
L6-03 Torque detection time 1	0,1 sec		0,1 sec
L6-04 Torque detection selection 2	0	Overtorque/undertorque detection disabled	0
L6-05 Torque detection level 2	150 %		150 %
L6-06 Torque detection time 2	0,1 sec		0,1 sec

Parameter	Value	Information	Default Setting
L6-08 Machine degradation detection selection	0	Machine degradation detection invalid	0
L6-09 Machine degradation detection speed level	110,0 %		110,0 %
L6-10 Machine degradation detection time	0,1 sec		0,1 sec
L6-11 Machine degradation detection start time	0		0
<u>L7 Torque Limit</u>			
L7-01 Forward drive torque Limit	200 %		200 %
L7-02 Reverse drive torque Limit	200 %		200 %
L7-03 Forward regenerative torque limit	200 %		200 %
L7-04 Reverse regenerative torque limit	200 %		200 %
L7-16 Torque Limit rise mode selection at start	1	Effective delay time	1
<u>L8 Hardware Protection</u>			
L8-01 DB resistor protect	0	Disabled	0
L8-02 Overheat pre-alarm level	110 °C		110 °C
L8-03 Overheat pre-alarm selection	3	Operation continued(monitor display only)	3
L8-05 Phase loss input selection	1	Enable	1
L8-07 Phase loss output selection	1	1PH loss detection	1
L8-09 Ground protection selection	1	Enable	1
L8-10 Cooling fan control selection	0	Operates when inverter is running	0
L8-11 Cooling fan control delay time	60 sec		60 sec
L8-12 Ambient temperature	40 °C		40 °C
L8-15 OL characteristics at low speeds	1	L8-16,17 setting enable	1
L8-18 Software CLA selection	0	Software CLA disable(Gain=0)	0
L8-19 Frequency Reduction Rate during OH	0,8		0,8
L8-32 MC/FAN power supply error selection	1	Coast to Stop	1
L8-38 Carrier frequency decel selection	2	Enabled in whole speed range	2
L8-40 Reduction carrier frequency time	0,50 sec		0,50 sec
L8-41 Current warning	0	Disable	0
L8-55 Internal DB Transistor Protection	1	Enable	1
<u>n3 High-Slip Braking</u>			
n3-13 Over exciting deceleration gain	1,10		1,10
n3-21 Over slip inhibit current level	100 %		100 %
n3-23 Over Excitation Run	0	Disable	0
<u>n5 Feed Forward Control</u>			
n5-01 Feed forward control selection	0	Disable	0
n5-02 Motor acceleration time	0,154 sec		0,154 sec
n5-03 Feed forward proportional gain	1,00		1,00
<u>o1 Display Settings</u>			
o1-01 Monitor selection	106	Output voltage	106
o1-02 Monitor selection after power up	1	Frequency reference	1
o1-03 Display scaling	0	0.01Hz units	0
o1-04 Unit Selection of Frequency of V/F pattern	0	Hz units	0
<u>o2 Key Selections</u>			
o2-01 LOCAL/REMOTE key enable/disable	1	Enabled	1
o2-02 Operation STOP key	1	Always enabled	1
o2-04 KVA selection	67	CIMR-A*2*0018***	67
o2-05 Frequency Reference Setting Method	0	Enter key needed	0
o2-06 Operator detection	1	Inverter fault when the dig. Operator is disconnected	1
o2-07 Bidirectional when the inverter power is on	0	Forward run	0
o2-09 Initialize mode selection	1	American spec	1
<u>o3 Copy Function</u>			
o3-02 Copy Allowed Selection	0	Disabled - No digital operator copy functions are allowed.	0
<u>o4 Maintenance Monitor Settings</u>			
o4-02 Cumulative operation time selection	0	Cumulative time when the Inverter power is on	0

Parameter	Value	Information	Default Setting
o4-03 Fan operation time setting	238 1=10H		238 1=10H
o4-05 Capacitor maintenance setting	0 %		0 %
o4-07 Rush-in prevention relay maintenance setting	0 %		0 %
o4-09 IGBT maintenance setting	0 %		0 %
<u>P1 Follower Configuration</u>			
P1-01 Follower Mode Selection	0	Disabled	0
P1-03 Ratio Numerator (Upper 4 Digits)	1000		1000
P1-04 Ratio Denominator (Upper 4 Digits)	1000		1000
P1-05 Ratio Numerator (Lower 4 Digits)	0		0
P1-06 Ratio Denominator (Lower 4 Digits)	0		0
P1-07 Ratio 2 Numerator	1		1
P1-08 Ratio 2 Denominator	1		1
P1-09 Position Error Accumulation Selection	0	Only During Run	0
P1-10 Position Units Selection	0	Encoder Counts	0
<u>P2 Follower Motor Tuning</u>			
P2-01 Digital Ratio Adjustment	0,00 %		0,00 %
P2-02 MOP Adjust Time	50,0 sec		50,0 sec
P2-03 Gear Ratio Adjustment Ramp Time	10,0 sec		10,0 sec
P2-04 Advance/Retard Mode Selection	0	Continuous	0
P2-05 Advance/Retard Amount	2048 Cnts		2048 Cnts
P2-06 Follower Deviation Level	4096 Cnts		4096 Cnts
P2-07 Follower Deviation Selection	2	Coast to Stop	2
P2-09 MOP Adjustment Memorization at Power Off	0	Disabled	0
<u>P3 Position Regulator Tuning</u>			
P3-01 Position P Gain	5,00		5,00
P3-02 Position I Time	0,00		0,00
P3-03 Position Regulator Filter Time	0,00 sec		0,00 sec
P3-04 Position PI Limit	8,00 %		8,00 %
P3-05 Position Regulator Trim Mode	0	Constant	0
P3-06 Speed Proportional Position Trim Lower Limit	10,00 %		10,00 %
P3-07 Ratio Change Speed Agree Width	0,5 Hz		0,5 Hz
<u>P4 Alignment Configuration</u>			
P4-01 Alignment Select	0	Alignment Disabled	0
P4-02 Alignment Trim Rate	6,0 Hz		6,0 Hz
P4-03 Alignment Offset	0,00 Rev		0,00 Rev
P4-04 Alignment Check	100 Cnts		100 Cnts
P4-05 Trigger Switch Type	0	Both NO	0
P4-06 Align Fault Select	0	Disabled	0
P4-07 Maximum Alignment Distance	1000 Rev		1000 Rev
P4-08 Maximum Alignment Speed	0,0 Hz		0,0 Hz
P4-09 Align Trigger Window	2,00 Rev		2,00 Rev
P4-10 Align Trigger Count	3 Cnts		3 Cnts
P4-11 Repeat Trigger Select	0	Last Trigger	0
<u>q1 DWEZ Function Parameters</u>			
q1-01 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-02 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-03 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-04 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-05 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-06 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-08 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-09 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %

Parameter	Value	Information	Default Setting
q1-10 Custom Parameter	00		00
q1-11 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-12 Custom Parameter	0		0
q1-13 Custom Parameter	0		0
q1-14 Custom Parameter	0		0
q1-15 Custom Parameter	0		0
q1-21 Custom Parameter	11000		11000
q1-22 Custom Parameter	11000		11000
q1-23 Custom Parameter	11000		11000
q1-24 Custom Parameter	11000		11000
q1-25 Custom Parameter	0000		0000
q1-26 Custom Parameter	0000		0000
<u>q2 DWEZ Drive I/O</u>			
q2-01 Custom Parameter	30720		30720
q2-02 Custom Parameter	30720		30720
q2-03 Custom Parameter	200,00 %		200,00 %
q2-04 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-05 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-06 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-08 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-09 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-10 Custom Parameter	0	0 to +10 V	0
q2-11 Custom Parameter	0	Not used	0
q2-12 Custom Parameter	0	Not used	0
q2-13 Custom Parameter	102		102
q2-14 Custom Parameter	103		103
q2-17 Custom Parameter	0000		0000
q2-18 Custom Parameter	0000		0000
q2-21 Custom Parameter	11000		11000
q2-22 Custom Parameter	11000		11000
q2-23 Custom Parameter	11000		11000
q2-24 Custom Parameter	11000		11000
q2-25 Custom Parameter	0000		0000
q2-26 Custom Parameter	0000		0000
q2-31 Custom Parameter	0F		0F
q2-32 Custom Parameter	0F		0F
<u>q3 DWEZ Logic Functions</u>			
q3-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-02 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-03 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-04 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-05 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-06 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-07 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-08 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-09 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-10 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-11 Custom Parameter	1	1sec	1
q3-12 Custom Parameter	43200		43200
q3-13 Custom Parameter	1	1sec	1
q3-14 Custom Parameter	43200		43200
<u>q4 DWEZ Ramp Time</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
q4-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q4-02 Custom Parameter	0,5 sec		0,5 sec
q4-03 Custom Parameter	1		1
q4-04 Custom Parameter	1		1
q4-05 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-06 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-07 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-08 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-09 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-10 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-11 Custom Parameter	00		00
q4-12 Custom Parameter	1		1
q4-13 Custom Parameter	1		1
q4-14 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-15 Custom Parameter	1		1
q4-16 Custom Parameter	1		1
q4-17 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-18 Custom Parameter	1		1
q4-19 Custom Parameter	1		1
q4-20 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-21 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-22 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-23 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-24 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-25 Custom Parameter	00		00
q4-31 Custom Parameter	0		0
q4-32 Custom Parameter	0		0
q4-33 Custom Parameter	0		0
<u>q5 DWEZ Compare - MOP Functions</u>			
q5-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q5-02 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-03 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-04 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-05 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-06 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-08 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-09 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-10 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-11 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-12 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-13 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-21 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-22 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-23 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-24 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-25 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-26 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-27 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-28 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-29 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-30 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-31 Custom Parameter	100,00		100,00

Parameter	Value	Information	Default Setting
q5-32 Custom Parameter	0,00		0,00
<u>q6 DWEZ Application Functions</u>			
q6-01 Custom Parameter	0		0
q6-02 Custom Parameter	10		10
q6-03 Custom Parameter	1,00		1,00
q6-04 Custom Parameter	1,0 sec		1,0 sec
q6-05 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q6-06 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q6-07 Custom Parameter	1,00		1,00
q6-09 Custom Parameter	4096		4096
q6-10 Custom Parameter	00		00
<u>q7 DWEZ Function Parameters</u>			
q7-01 Custom Parameter	0		0
q7-02 Custom Parameter	1		1
q7-03 Custom Parameter	1		1
q7-04 Custom Parameter	1		1
q7-05 Custom Parameter	1		1
q7-06 Custom Parameter	1		1
q7-07 Custom Parameter	1		1
q7-08 Custom Parameter	0000		0000
q7-09 Custom Parameter	0000		0000
q7-10 Custom Parameter	0000		0000
q7-11 Custom Parameter	0000		0000
q7-12 Custom Parameter	0000		0000
q7-13 Custom Parameter	0000		0000
q7-14 Custom Parameter	0000		0000
q7-15 Custom Parameter	0000		0000
q7-16 Custom Parameter	0000		0000
q7-17 Custom Parameter	0000		0000
q7-18 Custom Parameter	0000		0000
q7-19 Custom Parameter	0000		0000
q7-20 Custom Parameter	0000		0000
q7-21 Custom Parameter	0000		0000
q7-22 Custom Parameter	0000		0000
q7-23 Custom Parameter	0000		0000
q7-24 Custom Parameter	0000		0000
q7-25 Custom Parameter	0000		0000
q7-26 Custom Parameter	0000		0000
q7-27 Custom Parameter	0000		0000
q7-28 Custom Parameter	0000		0000
q7-29 Custom Parameter	0000		0000
q7-30 Custom Parameter	0000		0000
q7-31 Custom Parameter	0000		0000
q7-32 Custom Parameter	0000		0000
q7-33 Custom Parameter	0000		0000
q7-34 Custom Parameter	0000		0000
q7-35 Custom Parameter	0000		0000
q7-36 Custom Parameter	0000		0000
q7-37 Custom Parameter	0000		0000

Parameter Settings Report (Program)

13/12/2018 10:42:37

Program (Drive Selected / Connected):

Drive Type / Model: A1000 CIMR-A*2*0018***

Software: 10030 (Electronic Line Shaft)

Project: PARAMETROS VARIADOR SEGUIDOR TESIS

User:

Information

Parameter	Value	Information	Default Setting
<u>A1 Initialization</u>			
A1-01 Access level	2	Advanced Level Access	2
*A1-02 Control method...	3	Flux vector	2
A1-04 Enter password	0		0
A1-06 Select application	0	General	0
A1-07 DWEZ Function Selection	0	Disabled	0
<u>A2 User Parameters</u>			
A2-01 User parameter 1	A1-02	Control method	A1-02
A2-02 User parameter 2	b1-01	Reference selection	b1-01
A2-03 User parameter 3	b1-02	Operation method selection	b1-02
A2-04 User parameter 4	b1-03	Stopping method	b1-03
A2-05 User parameter 5	C1-01	Acceleration time 1	C1-01
A2-06 User parameter 6	C1-02	Deceleration time 1	C1-02
A2-07 User parameter 7	C6-01	Duty Cycle	C6-01
A2-08 User parameter 8	C6-02	Carrier frequency selection	C6-02
A2-09 User parameter 9	d1-01	Frequency reference 1	d1-01
A2-10 User parameter 10	d1-02	Frequency reference 2	d1-02
A2-11 User parameter 11	d1-03	Frequency reference 3	d1-03
A2-12 User parameter 12	d1-04	Frequency reference 4	d1-04
A2-13 User parameter 13	d1-17	Jog frequency reference	d1-17
A2-14 User parameter 14	E1-01	Input voltage setting	E1-01
A2-15 User parameter 15	E1-03	V/F pattern selection	E1-03
A2-16 User parameter 16	E1-04	Max. output frequency	E1-04
A2-17 User parameter 17	E1-05	Max. voltage	E1-05
A2-18 User parameter 18	E1-06	Base frequency	E1-06
A2-19 User parameter 19	E1-09	Min. output frequency	E1-09
A2-20 User parameter 20	E1-13	Base voltage	E1-13
A2-21 User parameter 21	E2-01	Motor rated current	E2-01
A2-22 User parameter 22	E2-04	Number of motor poles	E2-04
A2-23 User parameter 23	E2-11	Motor rated output	E2-11
A2-24 User parameter 24	H4-02	Multi-Function Analog 1 Output Gain	H4-02
A2-25 User parameter 25	L1-01	Motor protection selection	L1-01
A2-26 User parameter 26	L3-04	StallP deceleration selection	L3-04
A2-27 User parameter 27	Not Mapped		-N/M-

Parameter	Value	Information	Default Setting
A2-28 User parameter 28	Not Mapped		-N/M-
A2-29 User parameter 29	Not Mapped		-N/M-
A2-30 User parameter 30	Not Mapped		-N/M-
A2-31 User parameter 31	Not Mapped		-N/M-
A2-32 User parameter 32	Not Mapped		-N/M-
A2-33 User parameter Automatic registration	0	Automatic registration is unavailable (User setting from A2-01)	0
<u>b1 Operation Mode Selection</u>			
b1-01 Reference selection	1	Control circuit terminal	1
b1-02 Operation method selection	1	Control circuit terminal	1
b1-03 Stopping method	0	Deceleration to stop	0
b1-04 Reverse operation	0	Reverse enabled	0
b1-05 Zero-Speed Operation Selection	0	RUN at Frequency Reference	0
b1-06 Digital Input Scan Selection	1	2 Scans	1
b1-07 Local/remote run selection	0	Cycle External Run - If the run command is closed when	0
b1-08 Run command at programming	0	Cannot operate	0
b1-14 Phase Turn Selection	0	Normal	0
b1-15 Reference Selection in Local case	0	Digital operator	0
b1-16 Operation method selection in Local case	0	Digital operator	0
b1-17 Operation permission with power ON/OFF	0	Prohibition	0
<u>b2 DC Injection Braking</u>			
b2-01 DC injection start frequency	0,5 Hz		0,5 Hz
b2-03 DC injection time at start	0,00 sec		0,00 sec
b2-04 DC injection time at stop	0,50 sec		0,50 sec
<u>b3 Speed Search</u>			
b3-05 Search wait time	0,2 sec		0,2 sec
<u>b4 Timer Function</u>			
b4-01 Delay-ON timer	0,0 sec		0,0 sec
b4-02 Delay-OFF timer	0,0 sec		0,0 sec
<u>b5 PID Control</u>			
b5-01 PID control mode selection	0	Disabled	0
b5-02 PID P gain	1,00		1,00
b5-03 PID I time	1,0 sec		1,0 sec
b5-04 PID I limit	100,0 %		100,0 %
b5-05 PID D time	0,00 sec		0,00 sec
b5-06 PID limit	100,0 %		100,0 %
b5-07 PID offset adjustment	0,0 %		0,0 %
b5-08 PID primary delay time constant	0,00 sec		0,00 sec
b5-09 Output level selection	0	PID output is forward.	0
b5-10 PID output gain	1,00		1,00
b5-11 PID output reverse selection	0	0 limit when PID output is negative	0
b5-12 Feedback loss detection selection	0	Disabled. No detection PID feedback loss.	0
b5-13 Feedback loss detection level	0 %		0 %
b5-14 Feedback loss detection time	1,0 sec		1,0 sec
b5-15 PID sleep level	0,0 Hz		0,0 Hz
b5-16 PID sleep time	0,0 sec		0,0 sec
b5-17 Accel/Decel time for PID reference	0,0 sec		0,0 sec
b5-18 PID Setpoint Selection	0	Disable	0
b5-19 PID Setpoint Value	0,00 %		0,00 %
b5-20 PID Setpoint Scaling	1	0.01% units	1
b5-34 PID Output Lower Limit	0,0 %		0,0 %
b5-35 PID Input Limit	1000,0 %		1000,0 %
b5-36 PID Feedback High Detection Level	100 %		100 %
b5-37 PID Feedback High Detection Time	1,0 sec		1,0 sec

Parameter	Value	Information	Default Setting
b5-40 PID Fref monitor Selection	0	Fref Monitor with PID	0
b5-47 PID Output Reverse Selection	1	Reverses when PID output is negative.	1
<u>b6 Dwell Function</u>			
b6-01 Dwell frequency at start	0,0 Hz		0,0 Hz
b6-02 Dwell time at start	0,0 sec		0,0 sec
b6-03 Dwell frequency at stop	0,0 Hz		0,0 Hz
b6-04 Dwell time at stop	0,0 sec		0,0 sec
<u>b7 Droop Control</u>			
b7-01 Droop control gain	0,0 %		0,0 %
b7-02 Droop control delay time	0,05 sec		0,05 sec
b7-03 Droop control limit selection	1	Enabled	1
<u>b8 Energy Saving</u>			
b8-01 Energy-saving mode selection	0	Disable	0
b8-02 Energy-saving gain	1,0		1,0
b8-03 Energy-saving filter time constant	0,01 sec		0,01 sec
<u>b9 Zero Servo</u>			
b9-01 Zero-servo gain	5		5
b9-02 Zero-servo completion width	10		10
<u>C1 Acceleration and Deceleration Times</u>			
*C1-01 Acceleration time 1... [M]	0,0 sec		10,0 sec
*C1-02 Deceleration time 1... [M]	0,0 sec		10,0 sec
C1-03 Acceleration time 2	10,0 sec		10,0 sec
C1-04 Deceleration time 2	10,0 sec		10,0 sec
C1-05 Acceleration time 3 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-06 Deceleration time 3 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-07 Acceleration time 4 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-08 Deceleration time 4 for motor2	10,0 sec		10,0 sec
C1-09 Emergency stop time	10,0 sec		10,0 sec
C1-10 Accel/Decel time setting unit	1	0.1-second units	1
C1-11 Accel/Decel switching frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
<u>C2 S-Curve Characteristics</u>			
C2-01 S-curve acceleration at start	0,20 sec		0,20 sec
C2-02 S-curve acceleration at end	0,20 sec		0,20 sec
C2-03 S-curve deceleration at start	0,20 sec		0,20 sec
C2-04 S-curve deceleration at end	0,00 sec		0,00 sec
<u>C3 Slip Compensation</u>			
C3-01 Slip compensation gain	1,0		1,0
C3-05 Output V Limit	0	Disable	0
<u>C5 Speed Control (ASR)</u>			
C5-01 ASR proportional (P) gain 1	20,00		20,00
C5-02 ASR integral (I) time 1	0,500 sec		0,500 sec
C5-03 ASR proportional (P) gain 2	20,00		20,00
C5-04 ASR integral (I) time 2	0,500 sec		0,500 sec
C5-06 ASR primary delay time constant	0,004 sec		0,004 sec
C5-07 ASR gain switching frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
C5-08 ASR integral limit	400 %		400 %
C5-17 Motor Inertia	0,0158 kgm ²		0,0158
C5-18 Load Inertia ratio	1,0		1,0
<u>C6 Carrier Frequency</u>			
C6-01 Duty Cycle	1	ND(VT)	1
C6-02 Carrier frequency selection	01	F _c = 2.0kHz	01
C6-09 Carrier in tune	0	Carrier frequency is 5khz	0
<u>d1 Frequency Reference</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
*d1-01 Frequency reference 1... [M]	5,00 Hz		0,00 Hz
d1-02 Frequency reference 2	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-03 Frequency reference 3	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-04 Frequency reference 4	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-05 Frequency reference 5	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-06 Frequency reference 6	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-07 Frequency reference 7	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-08 Frequency reference 8	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-09 Frequency reference 9	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-10 Frequency reference 10	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-11 Frequency reference 11	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-12 Frequency reference 12	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-13 Frequency reference 13	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-14 Frequency reference 14	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-15 Frequency reference 15	0,00 Hz		0,00 Hz
d1-16 Frequency reference 16	0,00 Hz		0,00 Hz
*d1-17 Jog frequency reference... [M]	5,00 Hz		6,00 Hz
<u>d2 Frequency Upper and Lower Limits</u>			
d2-01 Frequency reference upper limit	100,0 %		100,0 %
d2-02 Frequency reference lower limit	0,0 %		0,0 %
d2-03 Master speed reference lower limit	0,0 %		0,0 %
<u>d3 Jump Frequency</u>			
d3-01 Jump frequency 1	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-02 Jump frequency 2	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-03 Jump frequency 3	0,0 Hz		0,0 Hz
d3-04 Jump frequency width	1,0 Hz		1,0 Hz
<u>d4 Frequency Reference Hold</u>			
d4-01 MOP reference memory	0	Disabled	0
d4-03 Frequency reference bias steps(up/down2)	0,00 Hz		0,00 Hz
d4-04 Accel/Decel rate selection(up/down2)	0	Bias value Accel/Decel at the rate of current selected	0
d4-05 Bias mode selection(up/down2)	0	Hold bias value while both of UP/DOWN command are	0
d4-06 Bias value(up/down2)	0,0 %		0,0 %
d4-07 Analog change limit	1,0 %		1,0 %
d4-08 Frequency Reference Bias Upper Limit	100,0 %		100,0 %
d4-09 Frequency Reference Bias Lower Limit	0,0 %		0,0 %
d4-10 Up/Down Frequency Reference Limit	0	The lower limit is determined by d2-02 or analog input	0
<u>d5 Torque Control</u>			
d5-01 Torque Control Selection	0	Speed Control	0
d5-02 Torque reference delay time	0 ms		0 ms
d5-03 Speed Limit Selection	1	Speed Limit is Fref	1
d5-04 Speed limit	0 %		0 %
d5-05 Speed limit bias	10 %		10 %
d5-06 Reference hold time	0 ms		0 ms
d5-08 Speed Priority Circuit Enable/Disable	1	Enabled	1
<u>d6 Field Weakening and Field Forcing</u>			
d6-03 Magnetic Field Forcing Enable/Disable	0	Disabled	0
d6-06 Field force limit	400 %		400 %
<u>d7 Offset Frequency</u>			
d7-01 Offset frequency 1	0,0 %		0,0 %
d7-02 Offset frequency 2	0,0 %		0,0 %
d7-03 Offset frequency 3	0,0 %		0,0 %
<u>E1 Motor 1 V/f Pattern Characteristics</u>			
E1-01 Input voltage setting	230 VAC		230 VAC

Parameter	Value	Information	Default Setting
E1-04 Max. output frequency	60,0 Hz		60,0 Hz
E1-05 Max. voltage	230,0 VAC		230,0 VAC
E1-06 Base frequency	60,0 Hz		60,0 Hz
E1-09 Min. output frequency	0,0 Hz		0,0 Hz
E1-11 Mid output frequency 2	0,0 Hz		0,0 Hz
E1-12 Mid output frequency voltage 2	0,0 VAC		0,0 VAC
E1-13 Base voltage	0,0 VAC		0,0 VAC
<u>E2 Motor 1 Setup</u>			
*E2-01 Motor rated current... [M]	8,90 A		14,00 A
E2-02 Motor rated slip	2,73 Hz		2,73 Hz
*E2-03 Motor no-load current... [M]	2,13 A		4,50 A
E2-04 Number of motor poles	4		4
*E2-05 Motor line-to-line resistance... [M]	2,612 Ohm		0,771 Ohm
E2-06 Motor leak inductance	19,6 %		19,6 %
E2-07 Saturation Comp 1	0,50		0,50
E2-08 Saturation Comp 2	0,75		0,75
E2-09 Motor mechanical loss	0,0 %		0,0 %
*E2-11 Motor rated output... [M]	1,00 kW		3,70 kW
<u>F1 PG Option</u>			
*F1-01 PG constant... [M]	4096 PPR		1024 PPR
F1-02 PG feedback loss selection	1	Coast to Stop	1
F1-03 PG overspeed selection	1	Coast to Stop	1
F1-04 PG deviation selection	3	Alarm Only	3
F1-05 PG rotation	0	Phase A leads with forward run command.	0
F1-06 PG division rate(PG pulse monitor)	1		1
*F1-08 Overspeed detection level... [M]	117 %		115 %
F1-09 Overspeed detection delay time	0,0 sec		0,0 sec
F1-10 PG deviation level	10 %		10 %
F1-11 PG deviation time	0,5 sec		0,5 sec
F1-14 PG open-circuit detection time	2,0 sec		2,0 sec
F1-20 Hardware PGO Detection Enable/Disable	1	Enable	1
F1-21 PG Input Mode Selection	1	Dual Phase Detection (A&B phase)	1
*F1-31 PG 2 Pulses Per Revolution... [M]	4096 PPR		1024 PPR
F1-32 PG 2 Rotation Selection	0	Phase A leads with forward run command.	0
F1-36 PG Option Card Disconnect Detection 2	1	Enable	1
F1-37 PG 2 Signal Selection	1	Dual Phase Detection (A&B phase)	1
<u>F2 Analog Input Card (AI-A3)</u>			
F2-01 AI Option Input Mode Selection	0	3ch Individual Input	0
F2-02 AI Option Input Gain Setting	100,0 %		100,0 %
F2-03 AI Option Input Bias Setting	0,0 %		0,0 %
<u>F3 Digital Input Card (DI-A3)</u>			
F3-01 DI Option Input Mode Selection	0	BCD 1%	0
F3-03 DI Option Bit Size Selection	2	16 bit	2
<u>F4 Analog Monitor Card (AO-A3)</u>			
F4-01 Terminal V1 Monitor Setting	102	Output frequency	102
F4-02 Terminal V1 Monitor Gain Setting	100,0 %		100,0 %
F4-03 Terminal V2 Monitor Setting	103	Output current	103
F4-04 Terminal V2 Monitor Gain Setting	50,0 %		50,0 %
F4-05 Terminal V1 Monitor Bias Setting	0,0 %		0,0 %
F4-06 Terminal V2 Monitor Bias Setting	0,0 %		0,0 %
F4-07 AO1 Option Output Level Selection	0	0 to +10 V	0
F4-08 AO2 Option Output Level Selection	0	0 to +10 V	0
<u>F5 Digital Output Card (DO-A3)</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
F5-01 DO Option ch1 Selection (DO08/DO02)	0000	Closed: There is a run command present or the drive is	0000
F5-02 DO Option ch2 Selection (DO08/DO02)	0001	Closed: Output frequency is zero	0001
F5-03 DO Option ch3 Selection (DO08)	0002	Closed: Output frequency equals the speed reference (plus or	0002
F5-04 DO Option ch4 Selection (DO08)	0004	Closed: Output frequency is less than or equal to the value in	0004
F5-05 DO Option ch5 Selection (DO08)	0006	Closed: Drive Ready	0006
F5-06 DO Option ch6 Selection (DO08)	0037	During frequency output (ON: During frequency output)	0037
F5-07 DO Option ch7 Selection (DO08)	000F	Not used	000F
F5-08 DO Option ch8 Selection (DO08)	000F	Not used	000F
F5-09 DO Option (DO08) Output Mode Selection	0	8ch Individual Output	0
<u>F6 Option Card 1 Serial Communication</u>			
F6-01 Operation selection after communications	1	Coast to stop	1
F6-02 Selection of External Fault from	0	Always detect	0
F6-03 Stopping Method for External Fault from	1	Coast to Stop	1
F6-04 Trace Sampling from Communications	2,0 sec		2,0 sec
F6-06 Torque Reference/Torque Limit Selection	0	Disable	0
F6-07 Fref Priority Selection	0	NetREF/ComREF are available.	0
F6-08 Comm Parameter Initialize Selection	0	Comm Parameters are not initialized due to A1-02.	0
F6-10 Node Address	0		0
F6-11 Communication Speed	0	156 Kbps	0
F6-14 BUS Error Auto Reset	0	Disabled	0
F6-20 Station Address	21		21
F6-21 Frame length	0	32byte mode	0
F6-22 Link Speed	0	10MHz	0
F6-23 Mon E register	0000		0000
F6-24 Mon F register	0000		0000
F6-25 BUS Error Detection Mode Selection	1	Coast to Stop	1
F6-26 Number of BUS error detection	2		2
F6-30 Node Address	0		0
F6-31 Clear Mode Selection	0	Resets back to zero.	0
F6-32 ProfibusMap Selection	0	PPO Type	0
F6-35 Node Address	0		0
F6-36 CANopen Communication Speed	6	500 Kbps	6
F6-40 Node Address	0		0
F6-41 Communication Speed	0	93.75 Kbit/s	0
F6-45 Node Address	1		1
F6-46 Baud Rate	3	9600 bps	3
F6-47 Drive Transmit Wait Time	5 ms		5 ms
F6-48 BACnet Device Object Identifier 0	0000		0000
F6-49 BACnet Device Object Identifier 1	00		00
F6-50 MAC Address	64		64
F6-51 Baud Rate	4	Detect automatically	4
F6-52 PCA Setting	21		21
F6-53 PPA Setting	71		71
F6-54 Idle Mode Fault Detection	0	No Detection	0
F6-56 Speed Scaling	0		0
F6-57 Current Scaling	0		0
F6-58 Torque Scaling	0		0
F6-59 Power Scaling	0		0
F6-60 Voltage Scaling	0		0
F6-61 Time Scaling	0		0
F6-62 Heart Beat	0		0
F6-64 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 1	0000		0000
F6-65 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 2	0000		0000

Parameter	Value	Information	Default Setting
F6-66 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 3	0000		0000
F6-67 Dynamic Output Assembly 109 Parameter 4	0000		0000
F6-68 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 1	0000		0000
F6-69 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 2	0000		0000
F6-70 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 3	0000		0000
F6-71 Dynamic Input Assembly 159 Parameter 4	0000		0000
<u>F7 Option Card 2 Serial Communication</u>			
F7-01 IP Address1	192		192
F7-02 IP Address2	168		168
F7-03 IP Address3	1		1
F7-04 IP Address4	20		20
F7-05 Subnet Mask1	255		255
F7-06 Subnet Mask2	255		255
F7-07 Subnet Mask3	255		255
F7-08 Subnet Mask4	0		0
F7-09 Gateway Address1	192		192
F7-10 Gateway Address2	168		168
F7-11 Gateway Address3	1		1
F7-12 Gateway Address4	1		1
F7-13 Address Startup Mode	2	DHCP	2
F7-14 Duplex Mode Setting	1	Auto Negotiate	1
F7-15 Speed Mode Setting	10	10 Mbps speed setting	10
F7-16 Timeout Value	0		0
F7-17 Speed Scaling	0		0
F7-18 Current Scaling	0		0
F7-19 Torque Scaling	0		0
F7-20 Power Scaling	0		0
F7-21 Voltage Scaling	0		0
F7-22 Time Scaling	0		0
F7-23 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 1	0000		0000
F7-24 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 2	0000		0000
F7-25 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 3	0000		0000
F7-26 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 4	0000		0000
F7-27 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 5	0000		0000
F7-28 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 6	0000		0000
F7-29 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 7	0000		0000
F7-30 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 8	0000		0000
F7-31 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 9	0000		0000
F7-32 Dynamic Output Assembly 116 Parameter 10	0000		0000
F7-33 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 1	0000		0000
F7-34 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 2	0000		0000
F7-35 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 3	0000		0000
F7-36 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 4	0000		0000
F7-37 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 5	0000		0000
F7-38 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 6	0000		0000
F7-39 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 7	0000		0000
F7-40 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 8	0000		0000
F7-41 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 9	0000		0000
F7-42 Dynamic Input Assembly 166 Parameter 10	0000		0000
<u>H1 Multi-Function Digital Inputs</u>			
H1-01 Terminal S1 function selection	40	Forward Run Command	40
H1-02 Terminal S2 function selection	41	Reverse Run Command	41
*H1-03 Terminal S3 function selection... [M]	12	Forward Jog command	24

Parameter	Value	Information	Default Setting
H1-04 Terminal S4 function selection	14	Fault reset	14
*H1-05 Terminal S5 function selection... [M]	89	Follower Trigger	03
*H1-06 Terminal S6 function selection... [M]	8A	Master Trigger	04
H1-07 Terminal S7 function selection	06	Jog frequency reference	06
H1-08 Terminal S8 function selection	08	External baseblock (N/O)	08
<u>H2 Multi-Function Digital Outputs</u>			
H2-01 Terminal M1/M2 Selection	0000	Closed: There is a run command present or the drive is	0000
H2-02 Terminal M3/M4 Selection	0001	Closed: Output frequency is zero	0001
H2-03 Terminal M5/M6 Selection	0002	Closed: Output frequency equals the speed reference (plus or	0002
H2-06 Output unit selection	0	0.1kWh unit	0
<u>H3 Multi-Function Analog Inputs</u>			
H3-01 Terminal A1 Signal Level Selection	0	0 to +10 V	0
*H3-02 Terminal A1 Function Selection... [M]	20	Analog Ratio Adjustment	00
H3-03 Terminal A1 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-04 Terminal A1 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-05 Terminal A3 Signal Level Selection	0	0 to +10 V	0
H3-06 Terminal A3 Function Selection	02	Auxiliary Frequency Reference 1 (used as a second frequency	02
H3-07 Terminal A3 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-08 Terminal A3 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-09 Terminal A2 Signal Level Selection	2	4 to 20 mA	2
H3-10 Terminal A2 Function Selection	00	Frequency Bias	00
H3-11 Terminal A2 Gain Setting	100,0 %		100,0 %
H3-12 Terminal A2 Bias Setting	0,0 %		0,0 %
H3-13 Filter Avg time	0,03 sec		0,03 sec
H3-14 Analog Input Enable/Disable Selection	7	Enable All AI	7
H3-16 A1 Offset	0		0
H3-17 A2 Offset	0		0
H3-18 A3 Offset	0		0
<u>H4 Multi-Function Analog Outputs</u>			
H4-01 Multi-Function Analog 1 Monitor Selection	102	Output frequency	102
H4-02 Multi-Function Analog 1 Output Gain	100,0 %		100,0 %
H4-03 Multi-Function Analog 1 Output Bias	0,0 %		0,0 %
H4-04 Multi-Function Analog 2 Monitor Selection	103	Output current	103
H4-05 Multi-Function Analog 2 Output Gain	50,0 %		50,0 %
H4-06 Multi-Function Analog 2 Output Bias	0,0 %		0,0 %
H4-07 Multi-Function Analog 1 Signal Level	0	0 to +10 V	0
H4-08 Multi-Function Analog 2 Signal Level	0	0 to +10 V	0
<u>H5 MEMOBUS/Modbus Communications</u>			
H5-01 Station address	1F		1F
H5-02 Communication speed selection	3	9600 bps	3
H5-03 Communication parity selection	0	No parity	0
H5-04 Serial fault selection	3	Operation continued	3
H5-05 CE Detection Selection	1	Enabled	1
H5-06 Send wait time	5 ms		5 ms
H5-07 RTS control ON/OFF	1	Enabled	1
H5-09 CE detection time	2,0 sec		2,0 sec
H5-10 Output voltage monitor(Register No.25) unit	0	0.1V unit	0
H5-11 ENTER function selection of transmission	0	A constant is reflected and memorized when ENTER is input.	0
H5-12 Run Command Method Selection	0	FWD/STOP,REV/STOP type	0
<u>H6 Pulse Train Input/Output</u>			
H6-01 Pulse train input function selection	0	Frequency reference	0
H6-02 Pulse train input scaling	1440 Hz		1440 Hz
H6-03 Pulse train input gain	100,0 %		100,0 %

Parameter	Value	Information	Default Setting
H6-04 Pulse train input bias	0,0 %		0,0 %
H6-05 Pulse train input filter time	0,10 sec		0,10 sec
H6-06 Pulse train monitor selection	102	Output frequency	102
H6-07 Pulse train monitor scaling	1440 Hz		1440 Hz
H6-08 Pulse Train Min Input Frequency	0,5 Hz		0,5 Hz
<u>L1 Protection</u>			
L1-01 Motor protection selection	1	General-purpose motor protection	1
L1-02 Motor protection time constant	1,0 min		1,0 min
L1-03 MOL thermistor input	3	Operation continued	3
L1-04 MOL filter time	1	Coast to stop	1
L1-05 MOL reserved 1	0,20 sec		0,20 sec
L1-13 Electronic thermal continues	1	Continue Electronic thermal	1
<u>L2 Momentary Power Loss</u>			
*L2-01 Momentary power loss detection... [M]	2	Enabled while CPU is operating	0
L2-02 Momentary power loss ridethru time	1,0 sec		1,0 sec
L2-03 Min. baseblock time	0,6 sec		0,6 sec
L2-04 Voltage recovery time	0,3 sec		0,3 sec
L2-05 Undervoltage detection level	190 VDC		190 VDC
L2-06 KEB deceleration time	0,0 sec		0,0 sec
L2-07 Momentary recovery time	0,0 sec		0,0 sec
L2-08 KEB Frequency	100 %		100 %
L2-10 KEB detect time	50 ms		50 ms
L2-11 Desired DC Bus Voltage during KEB	260 VDC		260 VDC
L2-29 KEB Mode Selection	0	Single Mode KEB1	0
<u>L3 Stall Prevention Function</u>			
L3-04 StallP deceleration selection	1	General Purpose - The deceleration will be stop when the Vdc	1
L3-11 OV Inhibit selection	0	Disable	0
L3-17 Overvoltage Suppression and Deceleration	375 VDC		375 VDC
L3-20 Adjustment Gain	0,30		0,30
L3-21 Deceleration rate operation gain	1,00		1,00
*L3-24 Inertia conversion motor acceler... [M]	0,142 sec		0,154 sec
L3-25 Load inertia P	1,0		1,0
L3-26 Capacity of external capacitor	0 uF		0 uF
<u>L4 Frequency Detection</u>			
L4-01 Speed agreement level	0,0 Hz		0,0 Hz
L4-02 Speed agreement width	2,0 Hz		2,0 Hz
L4-03 Speed agreement level +-	0,0 Hz		0,0 Hz
L4-04 Speed agreement width +-	2,0 Hz		2,0 Hz
L4-05 Reference loss selection	0	Stop	0
L4-06 Frequency reference at floss	80,0 %		80,0 %
L4-07 Conditions of Frequency detection	0	No detection during baseblock.	0
<u>L5 Fault Reset</u>			
L5-01 Number of auto restart attempts	0		0
L5-02 Auto restart operation selection	0	Not output(Fault contact is not activated)	0
L5-04 Fault Reset Interval Time	10,0 sec		10,0 sec
L5-05 Auto restart selection	0	Continuous	0
<u>L6 Overtorque Detection</u>			
L6-01 Torque detection selection 1	0	Overtorque/undertorque detection disabled	0
L6-02 Torque detection level 1	150 %		150 %
L6-03 Torque detection time 1	0,1 sec		0,1 sec
L6-04 Torque detection selection 2	0	Overtorque/undertorque detection disabled	0
L6-05 Torque detection level 2	150 %		150 %
L6-06 Torque detection time 2	0,1 sec		0,1 sec

Parameter	Value	Information	Default Setting
L6-08 Machine degradation detection selection	0	Machine degradation detection invalid	0
L6-09 Machine degradation detection speed level	110,0 %		110,0 %
L6-10 Machine degradation detection time	0,1 sec		0,1 sec
L6-11 Machine degradation detection start time	0		0
<u>L7 Torque Limit</u>			
L7-01 Forward drive torque Limit	200 %		200 %
L7-02 Reverse drive torque Limit	200 %		200 %
L7-03 Forward regenerative torque limit	200 %		200 %
L7-04 Reverse regenerative torque limit	200 %		200 %
L7-16 Torque Limit rise mode selection at start	1	Effective delay time	1
<u>L8 Hardware Protection</u>			
L8-01 DB resistor protect	0	Disabled	0
L8-02 Overheat pre-alarm level	110 °C		110 °C
L8-03 Overheat pre-alarm selection	3	Operation continued(monitor display only)	3
L8-05 Phase loss input selection	1	Enable	1
L8-07 Phase loss output selection	1	1PH loss detection	1
L8-09 Ground protection selection	1	Enable	1
L8-10 Cooling fan control selection	0	Operates when inverter is running	0
L8-11 Cooling fan control delay time	60 sec		60 sec
L8-12 Ambient temperature	40 °C		40 °C
L8-15 OL characteristics at low speeds	1	L8-16,17 setting enable	1
L8-18 Software CLA selection	0	Software CLA disable(Gain=0)	0
L8-19 Frequency Reduction Rate during OH	0,8		0,8
L8-32 MC/FAN power supply error selection	1	Coast to Stop	1
L8-38 Carrier frequency decel selection	2	Enabled in whole speed range	2
L8-40 Reduction carrier frequency time	0,50 sec		0,50 sec
L8-41 Current warning	0	Disable	0
L8-55 Internal DB Transistor Protection	1	Enable	1
<u>n3 High-Slip Braking</u>			
n3-13 Over exciting deceleration gain	1,10		1,10
n3-21 Over slip inhibit current level	100 %		100 %
n3-23 Over Excitation Run	0	Disable	0
<u>n5 Feed Forward Control</u>			
n5-01 Feed forward control selection	0	Disable	0
n5-02 Motor acceleration time	0,154 sec		0,154 sec
n5-03 Feed forward proportional gain	1,00		1,00
<u>o1 Display Settings</u>			
o1-01 Monitor selection	106	Output voltage	106
o1-02 Monitor selection after power up	1	Frequency reference	1
o1-03 Display scaling	0	0.01Hz units	0
o1-04 Unit Selection of Frequency of V/F pattern	0	Hz units	0
<u>o2 Key Selections</u>			
o2-01 LOCAL/REMOTE key enable/disable	1	Enabled	1
o2-02 Operation STOP key	1	Always enabled	1
o2-04 KVA selection	67	CIMR-A*2*0018***	67
o2-05 Frequency Reference Setting Method	0	Enter key needed	0
o2-06 Operator detection	1	Inverter fault when the dig. Operator is disconnected	1
o2-07 Bidirectional when the inverter power is on	0	Forward run	0
o2-09 Initialize mode selection	1	American spec	1
<u>o3 Copy Function</u>			
o3-02 Copy Allowed Selection	0	Disabled - No digital operator copy functions are allowed.	0
<u>o4 Maintenance Monitor Settings</u>			
o4-02 Cumulative operation time selection	0	Cumulative time when the Inverter power is on	0

Parameter	Value	Information	Default Setting
o4-03 Fan operation time setting	240 1=10H		240 1=10H
o4-05 Capacitor maintenance setting	0 %		0 %
o4-07 Rush-in prevention relay maintenance setting	0 %		0 %
o4-09 IGBT maintenance setting	0 %		0 %
<u>P1 Follower Configuration</u>			
*P1-01 Follower Mode Selection... [M]	5	Electronic Line Shaft - Sign Run	0
P1-03 Ratio Numerator (Upper 4 Digits)	1000		1000
*P1-04 Ratio Denominator (Upper 4 Digit... [M]	8030		1000
P1-05 Ratio Numerator (Lower 4 Digits)	0		0
P1-06 Ratio Denominator (Lower 4 Digits)	0		0
P1-07 Ratio 2 Numerator	1		1
P1-08 Ratio 2 Denominator	1		1
P1-09 Position Error Accumulation Selection	0	Only During Run	0
P1-10 Position Units Selection	0	Encoder Counts	0
<u>P2 Follower Motor Tuning</u>			
P2-01 Digital Ratio Adjustment	0,00 %		0,00 %
P2-02 MOP Adjust Time	50,0 sec		50,0 sec
P2-03 Gear Ratio Adjustment Ramp Time	10,0 sec		10,0 sec
P2-04 Advance/Retard Mode Selection	0	Continuous	0
P2-05 Advance/Retard Amount	2048 Cnts		2048 Cnts
P2-06 Follower Deviation Level	4096 Cnts		4096 Cnts
*P2-07 Follower Deviation Selection... [M]	0	No Detection	2
P2-09 MOP Adjustment Memorization at Power Off	0	Disabled	0
<u>P3 Position Regulator Tuning</u>			
*P3-01 Position P Gain... [M]	2,00		5,00
*P3-02 Position I Time... [M]	10,00		0,00
*P3-03 Position Regulator Filter Time... [M]	1,00 sec		0,00 sec
P3-04 Position PI Limit	8,00 %		8,00 %
P3-05 Position Regulator Trim Mode	0	Constant	0
P3-06 Speed Proportional Position Trim Lower Limit	10,00 %		10,00 %
P3-07 Ratio Change Speed Agree Width	0,5 Hz		0,5 Hz
<u>P4 Alignment Configuration</u>			
*P4-01 Alignment Select... [M]	3	Continuous Align	0
*P4-02 Alignment Trim Rate... [M]	1,0 Hz		6,0 Hz
P4-03 Alignment Offset	0,00 Rev		0,00 Rev
P4-04 Alignment Check	100 Cnts		100 Cnts
*P4-05 Trigger Switch Type... [M]	1	Master NO Follower NC	0
P4-06 Align Fault Select	0	Disabled	0
P4-07 Maximum Alignment Distance	1000 Rev		1000 Rev
P4-08 Maximum Alignment Speed	0,0 Hz		0,0 Hz
P4-09 Align Trigger Window	2,00 Rev		2,00 Rev
P4-10 Align Trigger Count	3 Cnts		3 Cnts
P4-11 Repeat Trigger Select	0	Last Trigger	0
<u>q1 DWEZ Function Parameters</u>			
q1-01 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-02 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-03 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-04 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-05 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-06 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q1-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-08 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-09 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %

Parameter	Value	Information	Default Setting
q1-10 Custom Parameter	00		00
q1-11 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q1-12 Custom Parameter	0		0
q1-13 Custom Parameter	0		0
q1-14 Custom Parameter	0		0
q1-15 Custom Parameter	0		0
q1-21 Custom Parameter	11000		11000
q1-22 Custom Parameter	11000		11000
q1-23 Custom Parameter	11000		11000
q1-24 Custom Parameter	11000		11000
q1-25 Custom Parameter	0000		0000
q1-26 Custom Parameter	0000		0000
<u>q2 DWEZ Drive I/O</u>			
q2-01 Custom Parameter	30720		30720
q2-02 Custom Parameter	30720		30720
q2-03 Custom Parameter	200,00 %		200,00 %
q2-04 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-05 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-06 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-08 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q2-09 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q2-10 Custom Parameter	0	0 to +10 V	0
q2-11 Custom Parameter	0	Not used	0
q2-12 Custom Parameter	0	Not used	0
q2-13 Custom Parameter	102		102
q2-14 Custom Parameter	103		103
q2-17 Custom Parameter	0000		0000
q2-18 Custom Parameter	0000		0000
q2-21 Custom Parameter	11000		11000
q2-22 Custom Parameter	11000		11000
q2-23 Custom Parameter	11000		11000
q2-24 Custom Parameter	11000		11000
q2-25 Custom Parameter	0000		0000
q2-26 Custom Parameter	0000		0000
q2-31 Custom Parameter	0F		0F
q2-32 Custom Parameter	0F		0F
<u>q3 DWEZ Logic Functions</u>			
q3-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-02 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-03 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-04 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-05 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-06 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-07 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-08 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-09 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-10 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q3-11 Custom Parameter	1	1sec	1
q3-12 Custom Parameter	43200		43200
q3-13 Custom Parameter	1	1sec	1
q3-14 Custom Parameter	43200		43200
<u>q4 DWEZ Ramp Time</u>			

Parameter	Value	Information	Default Setting
q4-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q4-02 Custom Parameter	0,5 sec		0,5 sec
q4-03 Custom Parameter	1		1
q4-04 Custom Parameter	1		1
q4-05 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-06 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-07 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-08 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-09 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-10 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q4-11 Custom Parameter	00		00
q4-12 Custom Parameter	1		1
q4-13 Custom Parameter	1		1
q4-14 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-15 Custom Parameter	1		1
q4-16 Custom Parameter	1		1
q4-17 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-18 Custom Parameter	1		1
q4-19 Custom Parameter	1		1
q4-20 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-21 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-22 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-23 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-24 Custom Parameter	0,00		0,00
q4-25 Custom Parameter	00		00
q4-31 Custom Parameter	0		0
q4-32 Custom Parameter	0		0
q4-33 Custom Parameter	0		0
<u>q5 DWEZ Compare - MOP Functions</u>			
q5-01 Custom Parameter	0,0 sec		0,0 sec
q5-02 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-03 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-04 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-05 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-06 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-07 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-08 Custom Parameter	0,0 %		0,0 %
q5-09 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-10 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-11 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-12 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-13 Custom Parameter	0,00 %		0,00 %
q5-21 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-22 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-23 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-24 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-25 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-26 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-27 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-28 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-29 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-30 Custom Parameter	0,00		0,00
q5-31 Custom Parameter	100,00		100,00

Parameter	Value	Information	Default Setting
q5-32 Custom Parameter	0,00		0,00
<u>q6 DWEZ Application Functions</u>			
q6-01 Custom Parameter	0		0
q6-02 Custom Parameter	10		10
q6-03 Custom Parameter	1,00		1,00
q6-04 Custom Parameter	1,0 sec		1,0 sec
q6-05 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q6-06 Custom Parameter	100,0 %		100,0 %
q6-07 Custom Parameter	1,00		1,00
q6-09 Custom Parameter	4096		4096
q6-10 Custom Parameter	00		00
<u>q7 DWEZ Function Parameters</u>			
q7-01 Custom Parameter	0		0
q7-02 Custom Parameter	1		1
q7-03 Custom Parameter	1		1
q7-04 Custom Parameter	1		1
q7-05 Custom Parameter	1		1
q7-06 Custom Parameter	1		1
q7-07 Custom Parameter	1		1
q7-08 Custom Parameter	0000		0000
q7-09 Custom Parameter	0000		0000
q7-10 Custom Parameter	0000		0000
q7-11 Custom Parameter	0000		0000
q7-12 Custom Parameter	0000		0000
q7-13 Custom Parameter	0000		0000
q7-14 Custom Parameter	0000		0000
q7-15 Custom Parameter	0000		0000
q7-16 Custom Parameter	0000		0000
q7-17 Custom Parameter	0000		0000
q7-18 Custom Parameter	0000		0000
q7-19 Custom Parameter	0000		0000
q7-20 Custom Parameter	0000		0000
q7-21 Custom Parameter	0000		0000
q7-22 Custom Parameter	0000		0000
q7-23 Custom Parameter	0000		0000
q7-24 Custom Parameter	0000		0000
q7-25 Custom Parameter	0000		0000
q7-26 Custom Parameter	0000		0000
q7-27 Custom Parameter	0000		0000
q7-28 Custom Parameter	0000		0000
q7-29 Custom Parameter	0000		0000
q7-30 Custom Parameter	0000		0000
q7-31 Custom Parameter	0000		0000
q7-32 Custom Parameter	0000		0000
q7-33 Custom Parameter	0000		0000
q7-34 Custom Parameter	0000		0000
q7-35 Custom Parameter	0000		0000
q7-36 Custom Parameter	0000		0000
q7-37 Custom Parameter	0000		0000

ANEXO G: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL IMPLEMENTADO EN LA MÁQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS FP070 DE CORPORACIÓN SUPERIOR S.A.

**CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL
IMPLEMENTADO EN LA MAQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS (FP070)
DE CORPORACION SUPERIOR S.A.**

Yo, Diego Iván Cazares Gualpa Subgerente de Mantenimiento de Corporación Superior S.A.,
certifico que he constatado el correcto funcionamiento del Sistema de Control implementado en
la máquina empaquetadora (FP070), el cual cumple con los requerimientos de diseño y las normas
de seguridad necesarias para que los operadores y maquinistas usen la máquina sin problemas.



MSC. Diego Cazares
Subgerente de mantenimiento.

ALSUPERIOR S.A.

**CERTIFICADO DE ELABORACION DE PROYECTO DE TITULACION EN LA
MAQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS (FP070) DE CORPORACION
SUPERIOR S.A.**

Yo, Diego Iván Cazares Gualpa Subgerente de Mantenimiento de Corporación Superior S.A., certifico que el señor Ángel Gabriel Rivera Pérez, elaborará su Proyecto de Titulación en la máquina empaquetadora de galletas (FP070) que tiene un importante valor para la empresa puesto que tiene varios formatos de empaque por lo que se considera importante cambiar su Sistema de Control, debido a que es obsoleto y requiere ser cambiado por uno mejor que utilice variadores de frecuencia, encoders, un PLC y una Interfaz humano-máquina.



MSc. Diego Cazares
Subgerente de mantenimiento.

AL SUPERIOR S.A.

**ANEXO H: MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE CONTROL
IMPLEMENTADO.**

MÁQUINA EMPAQUETADORA DE GALLETAS FP070

Manual de usuario



CONTENIDO

- 1. OPERACIÓN 4
 - 1.2. Botones de navegación de la interfaz. 5
 - 1.3. Pantallas de la interfaz humano-máquina. 6
 - 1.2. Corte y sellado..... 15
 - 1.3. Proceso de empaque..... 16
- 2. MANTENIMIENTO. 19
 - 2.1. Advertencias..... 19
 - 2.2. Limpieza diaria 19
 - 2.3. Mantenimiento semanal. 20
 - 2.4. Mantenimiento mensual..... 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Elementos de mando y visualización del tablero de control.....	4
Figura 2.- Botones de navegación de la interfaz.....	5
Figura 3.- Pantalla principal.....	6
Figura 4.- Pantalla e menú.....	7
Figura 5.- Pantalla control de temperatura.....	8
Figura 6.- Pantalla de formato de empaque.....	9
Figura 7.- Pantalla mandos empaquetadora.....	10
Figura 8.- Pantalla de calibración de la máquina.....	11
Figura 9.- Pantalla de alarmas 1.....	12
Figura 10.- Pantalla de alarmas 2.....	12
Figura 11.- Pantalla de historial de fallas y alarmas.....	14
Figura 12.- Pantalla de recetas.....	15
Figura 13.-Elementos de corte y sellado de la máquina.....	16
Figura 14.- Interruptor general tablero de control.....	17
Figura 15.- Calibración del rollo de papel de empaque.....	17
Figura 16.- Introducción de papel de empaque dentro de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras.....	18
Figura 17.- Cadena transportadora de galletas.....	19
Figura 18.- Banda transportadora de salida de paquetes.....	20
Figura 19.- Motores y mecanismos de la máquina.....	20

1. OPERACIÓN

La máquina empaquetadora de galletas FP070 tiene un funcionamiento automático. Cuando se tiene calibrada la máquina de acuerdo al respectivo formato y personal para que alimente los carretes que transportan la galleta a ser empacada, la operación puede dar inicio. La máquina seguirá el programa diseñado e implementado, para el corte y sellado continuo de cada paquete.

En la Figura 1 se muestran los elementos de mando y visualización que son parte del tablero de control, en la Tabla 1 se describe la función de cada uno de estos

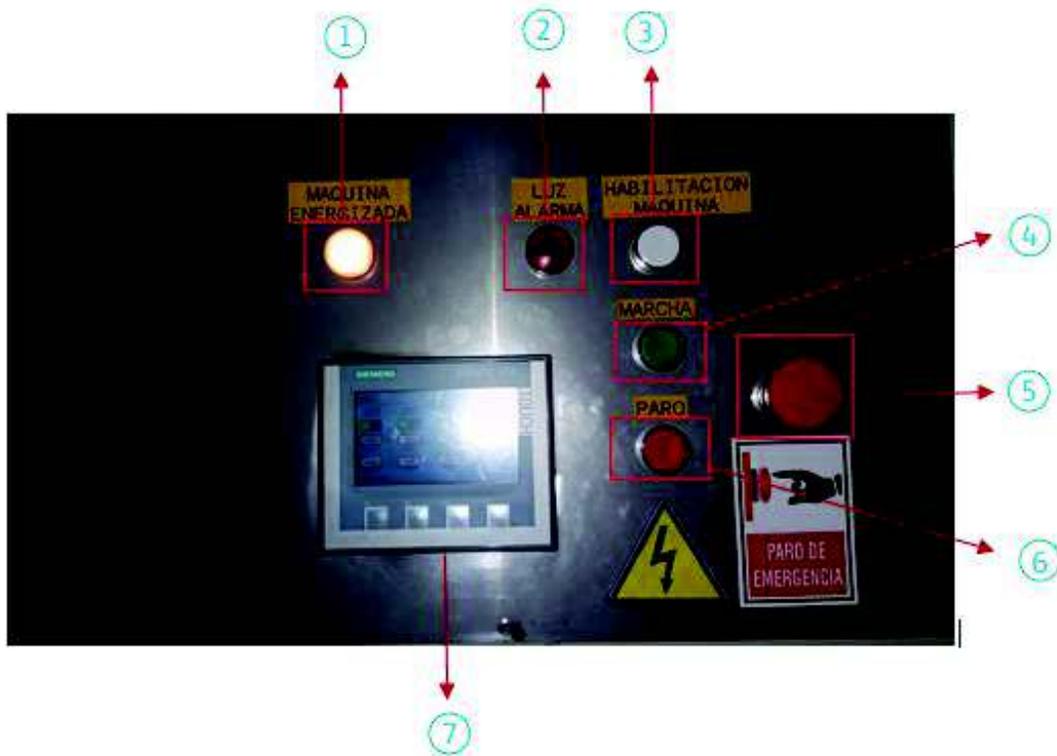


Figura 1.- Elementos de mando y visualización del tablero de control

Tabla 1.- Función de elementos de mando y visualización.

Num.	Descripción	Función
1	Luz indicadora energización	Indica que la máquina está energizada.
2	Luz indicadora alarma	Indica que alguna falla o alarma se ha activado.
3	Pulsador habilitación máquina	Permite habilitar la máquina.
4	Pulsador marcha	Permite dar marcha al proceso de empaquetado ya sea en modo manual o automático.
5	Pulsador de emergencia	Permite parar la máquina de forma inmediata
6	Pulsador paro	Permite parar el proceso de empaquetado cuando está en modo automático
7	Interfaz humano-máquina	Permite monitorear y controlar el proceso por medio de un menú gráfico de selección de operación de la máquina.

Dentro de la interfaz se cuenta con 10 pantallas diferentes, con botones de navegación claros para que el operador pueda realizar todas las operaciones necesarias en el HMI.

1.2. Botones de navegación de la interfaz.

Mediante los botones de función que se encuentran bajo cada imagen que se encuentran en la parte inferior de la pantalla se puede navegar dentro de la interfaz, permitiendo dirigirnos a las diferentes pantallas. (Ver Figura 2)



Figura 2.- Botones de navegación de la interfaz.

1. Botón alarma: aparece en cualquiera de las pantallas cuando alguna falla o alarma se haya activado y permite ir hacia la pantalla de señalización de alarmas

2. Botón atrás: permite regresar a la pantalla anterior a la actual.
3. Botón mandos empaquetadora: permite ir a la pantalla de los mandos de la empaquetadora de forma directa.
4. Botón menú: en cualquiera de las pantallas que se ubique nos permite regresar al menú.
5. Botón +alarmas: permite ir a observar las demás señales de alarmas y verificar el estado de éstas.
6. Botón formato de empaque: permite ir a la pantalla formato de empaque de forma directa.

En la parte superior de todas las pantallas del HMI, se puede observar el logo de la empresa, la pantalla en la que se está, la fecha y hora actual.

1.3. Pantallas de la interfaz humano-máquina.

Pantalla principal

La pantalla principal del HMI se muestra en la Figura 3, en la cual se puede ver el nombre de la máquina a la que pertenece el HMI, mediante el botón menú se tiene acceso a la pantalla menú.



Figura 3.- Pantalla principal

Pantalla de menú

La siguiente pantalla que se presenta es la de menú, mostrada en la Figura 4, en esta pantalla se pueden apreciar los botones de acceso a las demás pantallas del HMI, cada botón está debidamente identificado con el nombre de la sección a la que dirige.



Figura 4.- Pantalla e menú.

Pantalla de control de temperatura.

En la Figura 5, se muestra la pantalla de control de temperatura de las mordazas de corte y sellado, como de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras, en esta pantalla se presentan los datos de las temperaturas actuales de los calefactores, se disponen botones para encender las resistencias eléctricas de calefacción y de campos para visualizar e ingresar nuestro set point.

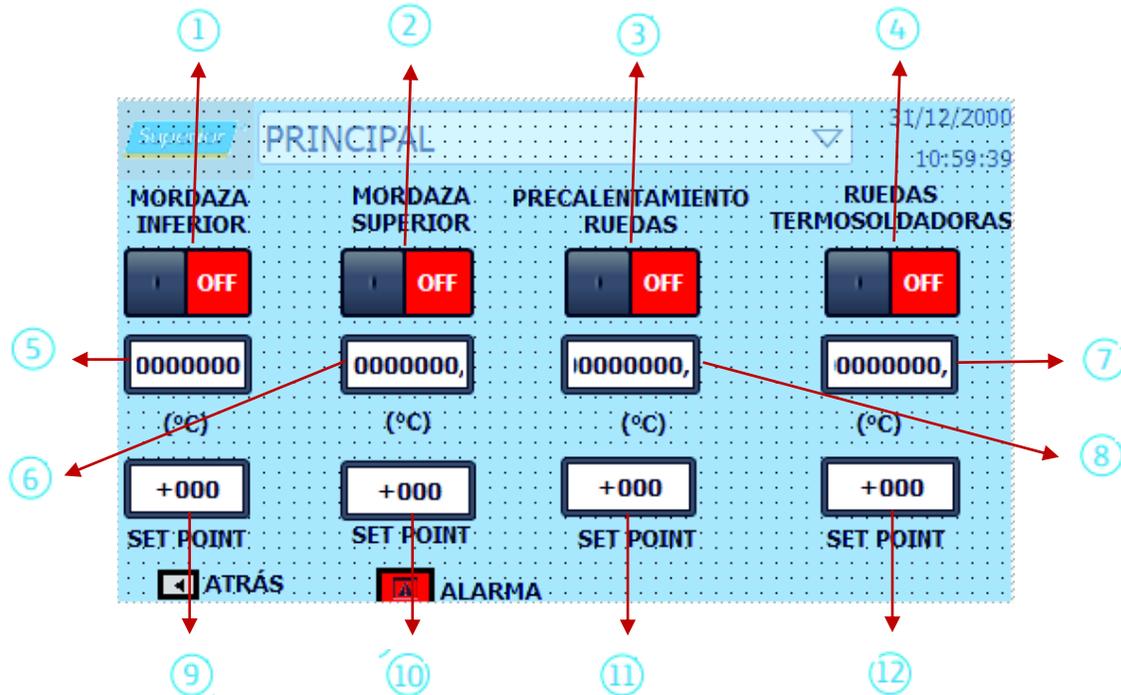


Figura 5.- Pantalla control de temperatura.

1. Interruptor resistencia mordaza inferior: permite encender la resistencia eléctrica de calefacción de la mordaza inferior.
2. Interruptor resistencia mordaza superior: permite encender la resistencia eléctrica de calefacción de la mordaza superior.
3. Interruptor resistencia precalentamiento ruedas: permite encender la resistencia eléctrica de calefacción de las ruedas de precalentamiento.
4. Interruptor resistencia ruedas termosoldadoras: permite encender la resistencia eléctrica de calefacción de las ruedas termosoldadoras.
5. Campo temperatura mordaza inferior: permite observar el valor de temperatura a la que se encuentra la mordaza inferior en (°C).
6. Campo temperatura mordaza superior: permite observar el valor de temperatura a la que se encuentra la mordaza superior en (°C).
7. Campo temperatura ruedas de precalentamiento: permite observar el valor de temperatura a la que se encuentra las ruedas de precalentamiento en (°C).
8. Campo temperatura ruedas termosoldadoras: permite observar el valor de temperatura a la que se encuentra las ruedas termosoldadoras en (°C).
9. Campo set point temperatura mordaza inferior: permite ingresar un valor en (°C) de temperatura el cual se desea sea alcanzado por la mordaza inferior.

10. Campo set point temperatura mordaza superior: permite ingresar un valor en (°C) de temperatura el cual se desea sea alcanzado por la mordaza superior.
11. Campo set point temperatura ruedas de precalentamiento: permite ingresar un valor en (°C) de temperatura el cual se desea sea alcanzado por las ruedas de precalentamiento.
12. Campo set point temperatura ruedas termosoldadoras: permite ingresar un valor en (°C) de temperatura el cual se desea sea alcanzado por las ruedas termosoldadoras.

Pantalla de formato de empaque.

La pantalla de formato de empaque de la máquina, indicada en la Figura 6, da opciones de cambiar seteos que se presentan a continuación:

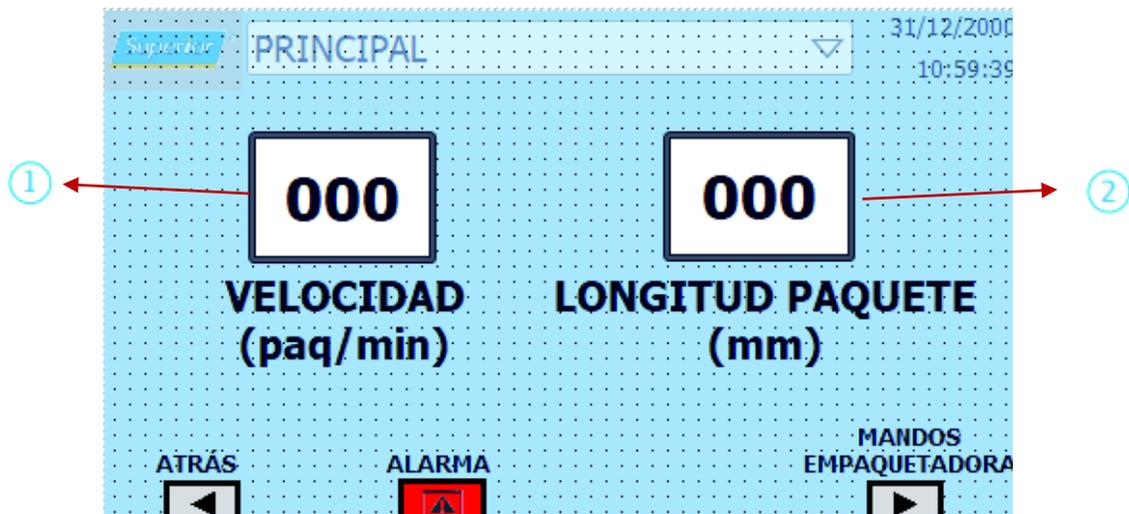


Figura 6.- Pantalla de formato de empaque.

1. Campo velocidad de trabajo: permite modificar la referencia de velocidad que se da al variador maestro, el cual varia el número de paquetes por minuto que produce la máquina.
2. Campo longitud paquete: permite modificar la longitud de paquete, se aumenta o disminuye la distancia de corte de cada paquete, es por esto que la longitud viene dada por cada formato de paquete.

Pantalla mandos empaquetadora

En la Figura 7, se muestran la pantalla mandos empaquetadora, en la que se tiene disponible los siguientes controles del sistema.

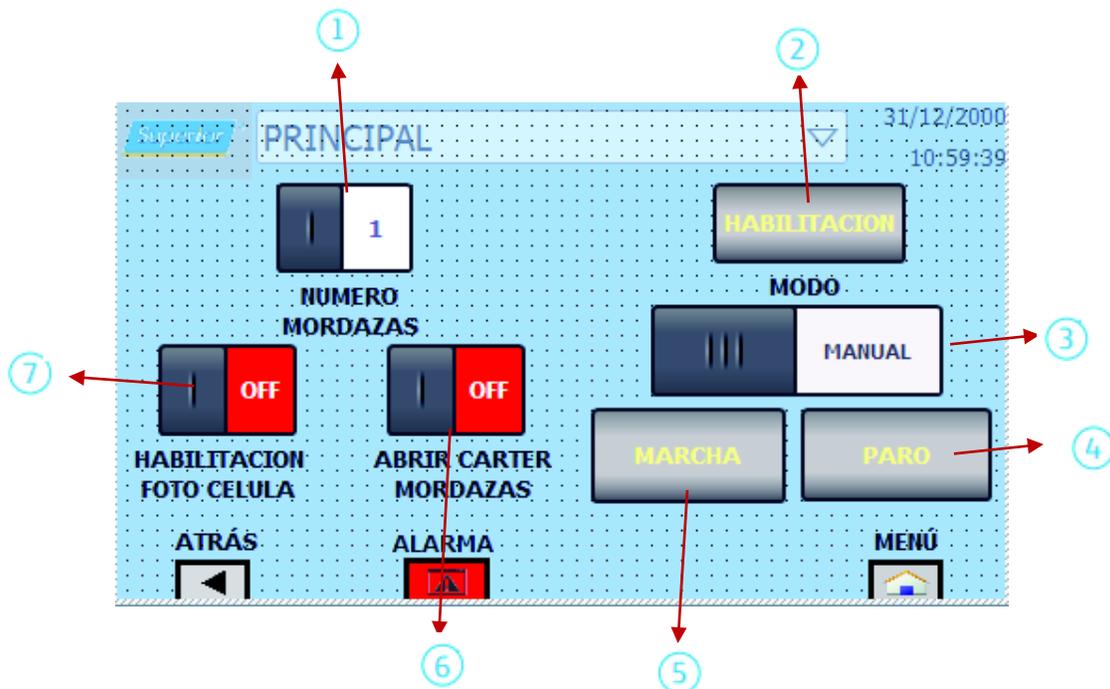


Figura 7.- Pantalla mandos empaquetadora.

1. Selección # de mordazas: permite trabajar con varios formatos de empaque, al trabajar con una sola mordaza la maquina permite procesar paquetes largos por encima de los 200 (mm), la máquina normalmente trabaja con 2 mordazas ya que los paquetes que salen de la máquina son pequeños y medianos.
2. Pulsador habilitación máquina: permite activar los contactores que alimentan los variadores que a su vez controlan los motores de la máquina, con el fin de que el operador haya dejado todo a punto y esté seguro de que quiere dar marcha al proceso.
3. Selección manual/automático: permite dar marcha a la máquina continuamente o por impulsos, al trabajar de forma manual se dará marcha por impulsos es decir solamente cuando se pulsa marcha, la máquina al trabajar en modo automático será necesario únicamente un pulso de marcha para que la máquina produzca continuamente.
4. Pulsador de paro: permite poner pausa o fin al proceso de empaque.
5. Pulsador de marcha: permite activar los terminales que dan marcha tanto al variador maestro, como seguidor que dan movimiento al sistema.
6. Abrir cárter mordazas: permite trabajar con el cárter de las mordazas abierto en caso de calibración.

7. **Habilitación fotocélula:** permite conmutar haciendo que llegue o no llegue la señal del sensor óptico de taca al variador seguidor, si se deshabilita la señal es imposible que la máquina realice la sincronización. Se dejó disponible esta opción en la interfaz debido a que es necesario en ciertos casos para la calibración de la máquina y para realizar pruebas de nuevos productos.

Pantalla de calibración de la máquina.

La pantalla de calibración de la máquina de la Figura 8, muestra los mandos para calibrar la máquina.

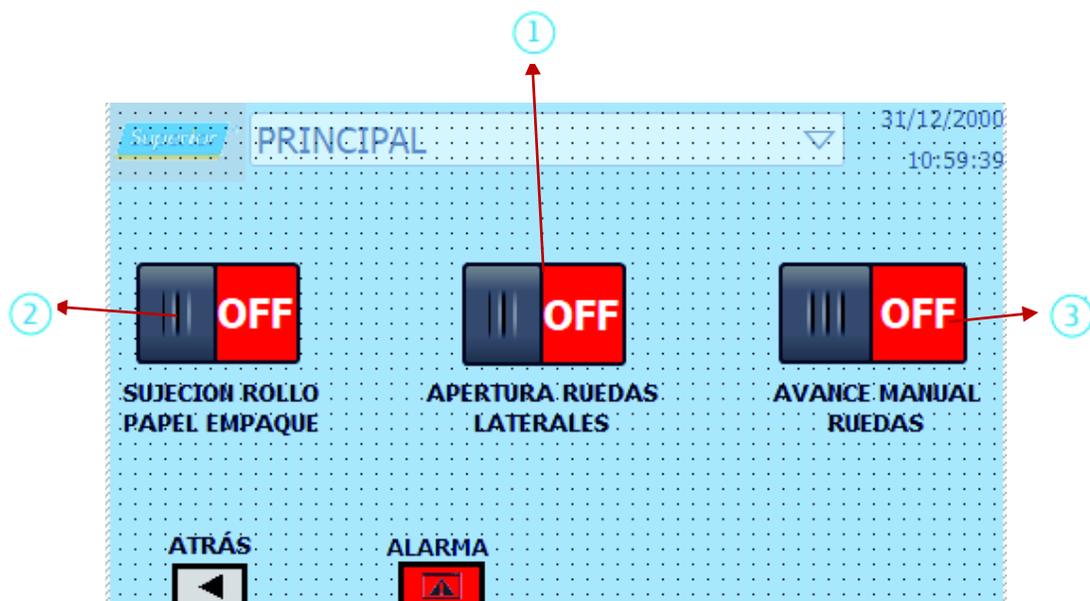


Figura 8.- Pantalla de calibración de la máquina.

1. **Apertura ruedas laterales:** permite mediante neumática abrir o cerrar las ruedas de sellado posterior del empaque, esta opción es usada para introducir el papel del empaque en las ruedas en caso de que esta por empezar un proceso o el papel sale de las ruedas.
2. **Sujeción rollo papel de empaque:** permite presurizar una línea neumática que sujeta el rollo, cuando la lámina ya ha sido centrada y el empaque está en las condiciones idóneas para empezar un proceso continuo.
3. **Avance manual ruedas:** permite a que el papel una vez introducido en las ruedas recorra y se introduzca en las demás.

Pantallas de alarmas.

En las Figura 9 y Figura 10 se aprecia las pantallas de alarmas, que es encargada de indicar el estado de todas las alarmas que se presentan en la máquina que impiden su funcionamiento, cada falla o alarma tiene una luz indicadora color rojo, además del texto correspondiente.

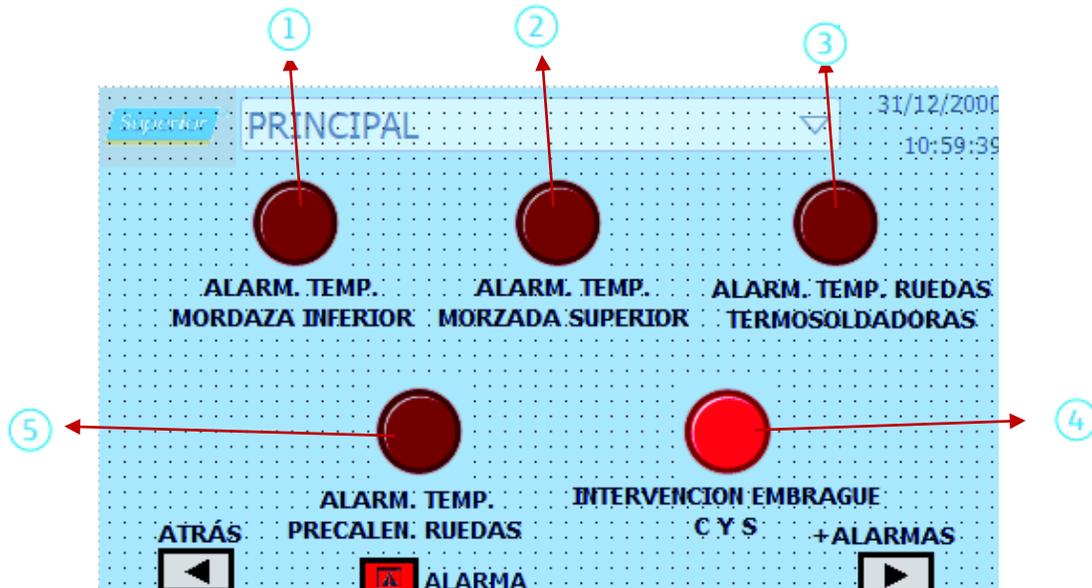


Figura 9.- Pantalla de alarmas 1.

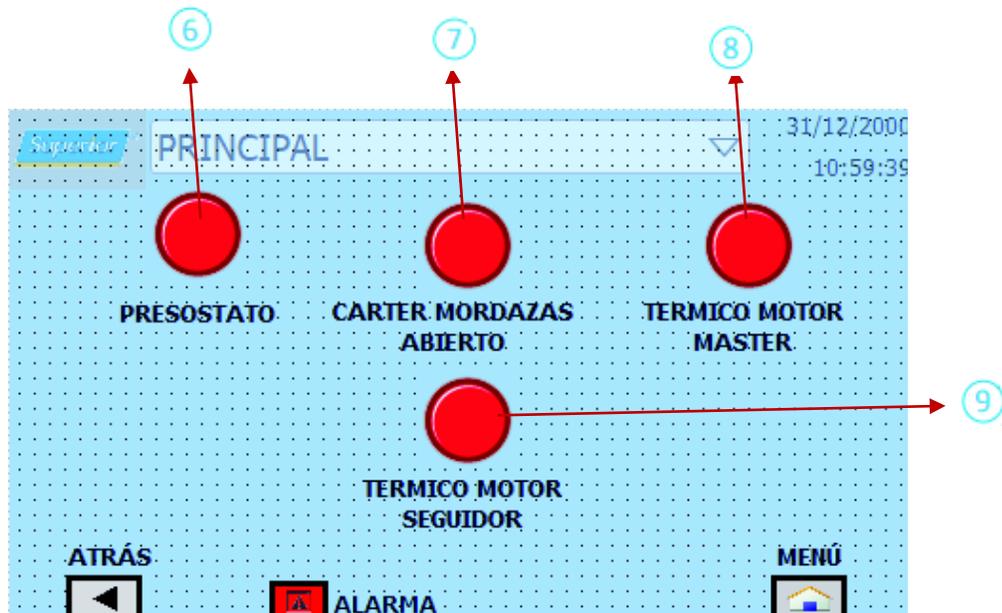


Figura 10.- Pantalla de alarmas 2.

1. Alarma temperatura mordaza inferior: indica el estado de la alarma de temperatura de la mordaza inferior, se activa cuando la temperatura esta fuera de rangos normales o por algún caso la señal de la termocupla correspondiente no llega al controlador y se da una lectura errónea.
2. Alarma temperatura mordaza superior: indica el estado de la alarma de temperatura de la mordaza superior, se activa cuando la temperatura esta fuera de rangos normales o por algún caso la señal de la termocupla correspondiente no llega al controlador y se da una lectura errónea.
3. Alarma temperatura ruedas termosoldadoras: indica el estado de la alarma de temperatura de las ruedas termosoldadoras, se activa cuando la temperatura esta fuera de rangos normales o por algún caso la señal de la termocupla correspondiente no llega al controlador y se da una lectura errónea.
4. Alarma temperatura ruedas de precalentamiento: indica el estado de la alarma de temperatura de las ruedas de precalentamiento, se activa cuando la temperatura esta fuera de rangos normales o por algún caso la señal de la termocupla correspondiente no llega al controlador y se da una lectura errónea.
5. Intervención embrague C Y S: se enciende cuando se ha embragado las mordazas de corte y sellado para poder ajustar la posición de estas con el fin de calibrar el corte.
6. Alarma presostato: se enciende cuando la línea neumática esta despresurizada o es menor a 4 bares.
7. Cárter mordazas abierto: se enciende cuando el cárter de las mordazas de corte y sellado está abierto, esto como seguridad de los operadores y maquinistas de la máquina.
8. Térmico motor master: se enciende cuando la por alguna razón el motor se ha sobrecargado y se activado la protección térmica correspondiente.
9. Térmico motor seguidor: se enciende cuando la por alguna razón el motor se ha sobrecargado y se activado la protección térmica correspondiente.

Pantalla de historial de fallas y alarmas.

En la Figura 11, se muestra la pantalla historial de fallas y alarmas, en ésta, se muestran ubicadas las fallas más propensas a ocurrir y que generan paros en la máquina, se muestra el número de falla y el texto en el que se explica cuál es el problema.

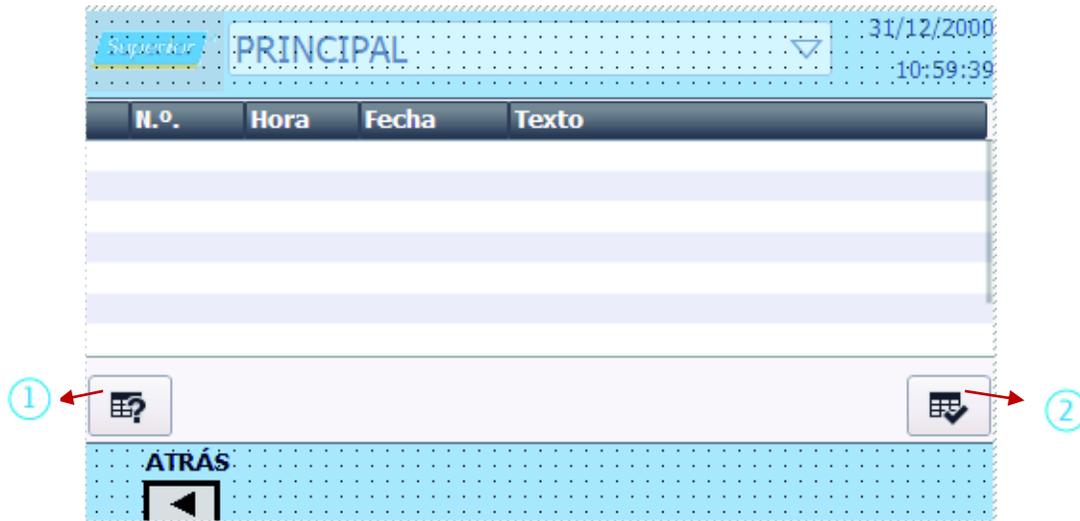


Figura 11.- Pantalla de historial de fallas y alarmas.

1. Botón texto informativo: abre una ventana que indica las posibles causas por la que sucedió la falla o la ubicación física de cada una de las fallas presentes en la máquina.
2. Botón reset falla: Permite una vez que se ha corregido la falla resetear el visor y verificar que se haya quitado la falla de la pantalla de avisos.

Pantalla de recetas.

En la Figura 12, se observa la pantalla de recetas, en esta se muestran mediante botones todos los formatos de galleta que se empacan en la máquina, es necesario recalcar, que, para seleccionar un formato de empaque, el personal deberá ingresar correctamente un usuario y contraseña, se decidió utilizar esta seguridad ya que solo el personal autorizado deberá modificar seteos o ajustes internos de la máquina.



Figura 12.- Pantalla de recetas.

Cuando la falla o alarma es corregida, automáticamente desaparece de la sección de esta sección, si se acciona el botón “Texto informativo” ubicado en la parte inferior izquierda del visor de avisos se abre una ventana que indica la ubicación física de cada una de las fallas presentes en la máquina.

1.2. Corte y sellado.

De acuerdo a la Figura 13 dentro del cárter están las mordazas de corte y sellado. Dependiendo del tipo de formato de empaque, se ajusta la velocidad y la longitud del paquete por medio de la interfaz humano-máquina.

Siempre se debe trabajar con el cárter cerrado por motivos de seguridad de los operadores y personal que labora en la máquina, en caso de que se requiera abrir el cárter para calibrar el corte se debe pulsar en interruptor abrir cárter que se encuentra en la pantalla mandos empaquetadora.

Se debe revisar el corte y el sellado de los paquetes terminados, ya que en algunos casos será necesario incrementar la temperatura de las mordazas y ruedas de sellado para obtener mejores resultados.



Figura 13.-Elementos de corte y sellado de la máquina.

1.3. Proceso de empaque.

1. Prender la máquina por medio del interruptor general ubicado en el costado izquierdo del tablero de control, en la Figura 14 se indica el interruptor general del tablero.
2. Verificar que la luz indicadora de que la máquina está energizada esté encendida y está lista para usarse.
3. Ubicar el rollo de papel en la bobina, centrar y calibrar el papel de empaque en la máquina, en la Figura 15 se indica la forma en que el rollo de papel debe ser ubicado.
4. Verificar que el papel de empaque este dentro de las ruedas de sellado posterior de los empaques y que el cárter de las mordazas está cerrado, para comenzar a operar, en la Figura 16 se indica cómo queda el papel de empaque introducido en las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras.
5. Encender las resistencias eléctricas de calefacción tanto de las mordazas superior e inferior, como de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras. Establecer el set point al cual deben llegar las temperaturas de cada uno de los diferentes dispositivos de calefacción.
6. Seleccionar el tipo de formato de empaque con el que se trabajará y seleccionarlo en la interfaz (pantalla recetas).
7. Una vez que se ha alcanzado las temperaturas deseadas, y se ha calibrado de forma correcta la máquina, dar marcha al proceso en modo automático.

8. Chequear la calidad de los empaques (corte y sellado) que van saliendo por la banda transportadora del producto terminado, antes de continuar con el proceso.



Figura 14.- Interruptor general tablero de control.



Figura 15.- Calibración del rollo de papel de empaque.



Figura 16.- Introducción de papel de empaque dentro de las ruedas de precalentamiento y termosoldadoras.

2. MANTENIMIENTO.

El mantenimiento regular, así como detallado previene fallas y prolonga la vida operacional de la máquina.

2.1. Advertencias.

- Siempre desconecte la máquina cuando está llevando a cabo el mantenimiento o reparaciones.
- Nunca use una manguera de alta presión de aire para limpiar la máquina, ya que esto puede causar daños irreparables a la máquina y sus equipos electrónicos.
- Nunca use químicos para limpiar la máquina.
- Llevar a cabo el mantenimiento de la parte mecánica de la máquina para prevenir daños.
- En caso de daño de alguno de los dispositivos electrónicos que conforman el tablero de control, reemplazar por uno de similares características.

2.2. Limpieza diaria

Después de un turno de trabajo limpiar la parte exterior de la máquina, las mordazas de corte y sellado, las ruedas de sellado posterior de los paquetes, la cadena que transporta la galleta a ser empacada (Ver Figura 17) y la banda transportadora de salida de los paquetes (Ver Figura 18) con un trapo húmedo.

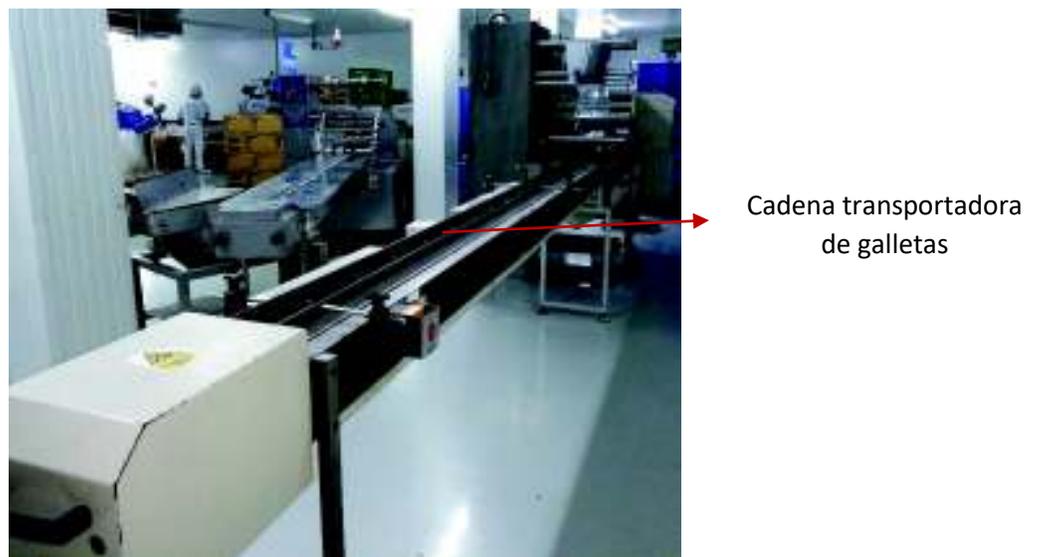


Figura 17.- Cadena transportadora de galletas.



Banda transportadora de salida de paquetes

Figura 18.- Banda transportadora de salida de paquetes.

2.3. Mantenimiento semanal.

- **Revisión periódica de lubricación.**

Chequee el aceite y añada aceite si es necesario, use el aceite correcto; recomendado por el coordinador de mantenimiento mecánico. Es importante revisar el aceite de las cajas reductoras de los motores maestro y seguidor (Ver figura 18).

- **Barras de sellado**

Chequee la condición de las barras y las ruedas de sellado y regular la posición de las mismas.

En la Figura 19 se puede observar las cajas reductoras, circuitos neumáticos y mecanismos que forman parte de la máquina.



Figura 19.- Motores y mecanismos de la máquina.

2.4. Mantenimiento mensual.

- **Aceite**
Revisar la condición del aceite. Si la máquina se usa frecuentemente, cambie el aceite cada 6 meses.
- **Mangueras de los circuitos neumáticos de la máquina.**
Revisar la condición de las mangueras y cámbielas si es necesario (Ver figura 18).