

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REGISTRADOR DE
TEMPERATURA ReTe8 VERSIÓN 1.0 BASADO EN
EQUIPAMIENTO BRAINCHILD”**

ROBERTO CARLOS POLO CABEZAS

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2008

PRÓLOGO

El presente proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REGISTRADOR DE TEMPERATURA ReTe8 VERSIÓN 1.0 BASADO EN EQUIPAMIENTO BRAINCHILD” está orientado al diseño de un sistema de control y monitoreo de la temperatura. Este sistema de control esta basado en uso de una pantalla táctil HMI, un módulo de entradas de termocuplas y demás equipamiento que permitirá el diseño e implementación de un sistema de control que lleve a cabo todas las tareas de operación. Todo el sistema se encuentra controlado mediante la pantalla táctil la cual administra la información y realiza las instrucciones necesarias para la operación deseada.

La principal ventaja al culminar la implementación de este proyecto será dotar de una herramienta fácil y versátil para monitorear la temperatura de procesos industriales todo esto implementado en un sistema concentrado en un solo mando HMI. Lo cual brindará un mejor desempeño del personal encargado en administrar los procesos productivos de plantas industriales debido a que se podrá observar los cambios de la variable de una manera fácil y rápida.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN A SISTEMAS HMI	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.1.1 TECNOLOGÍAS HMI	2
CLASIFICACIÓN.....	3
1.2 ANTECEDENTES Y ACTUALIDAD.....	3
UNIDAD DE TERMINAL REMOTA (UTR).....	9
ESTACIÓN MAESTRA.....	9
FILOSOFÍA OPERACIONAL.....	10
INFRAESTRUCTURA Y MÉTODOS DE COMUNICACIÓN.....	11
1.3 USOS Y APLICACIONES	11
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISIS DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL REGISTRADOR DE TEMPERATURA.....	13
2.1 INTRODUCCIÓN	13
2.2 ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DEL HARDWARE	15
REQUERIMIENTO DE HARDWARE.....	15
2.21 PANTALLA TÁCTIL HMI BRAINCHILD.....	16
ESPECIFICACIONES DE LA HMI 601 S.....	16
2.2.2 MÓDULO DE ENTRADAS DE TERMOCUPLAS IO-8TC	17
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL IO-8TC.....	17
INDICADOR DE ESTADOS.....	18
CABLEADO.....	18
REGISTROS DE DATOS.....	19
2.3 ANÁLISIS Y OPERACIÓN DEL SOFTWARE HMI STUDIO.....	20
ESTRUCTURA DEL SOFTWARE HMI STUDIO.....	21
2.4 ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN	26
PUERTOS DE COMUNICACIÓN.....	26
CAPÍTULO 3	29
DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL REGISTRADOR	29
INTRODUCCIÓN.....	29
3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	29
3.2 DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL REGISTRADOR DE TEMPERATURA.....	30
3.2.2 LÓGICA DE CONTROL.....	31
3.3 INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN LADDER.....	32
3.4 PANTALLAS DE OPERACIÓN.....	34
CAPÍTULO 4	43
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	43
4.1 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO	43
4.2 INFORME DE COSTOS	45
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48

CAPÍTULO 5	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1 CONCLUSIONES	49
5.2 RECOMENDACIONES	51
ANEXO 1.....	53
CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA HMI.....	53
ANEXO 2.....	101
MANUAL DE USUARIO	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
ÍNDICE DE FIGURAS	125
ÍNDICE DE TABLAS.....	127
GLOSARIO	128
HOJAS DE DIAGRAMAS ELÉCTRICOS	129

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A SISTEMAS HMI

1.1 INTRODUCCIÓN

Un sistema HMI ("Human Machine Interface") es una interfaz Hombre - Máquina que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla un determinado proceso.

Interacción Hombre-Máquina (IHM) o Interacción Hombre-Computadora tiene como objeto de estudio **el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos de computación para el uso humano, así como los principales fenómenos que los rodean**. Dado que este es un campo muy amplio, han surgido áreas más especializadas, entre las cuales se encuentran Diseño de Interacción o de Interfaces de Usuario, Arquitectura de Información y Usabilidad.

El Diseño de Interacción se refiere a la creación de la interfaz de usuario y de los procesos de interacción. La Arquitectura de Información apunta a la organización y estructura de la información brindada mediante el software. La Usabilidad se aboca al estudio de las interfaces y aplicaciones con el objeto de hacerlas fáciles de usar, fáciles de recordar, fáciles de aprender y eficientes con bajo coeficiente de error en su uso y que generen satisfacción en el usuario. A su vez, se asemeja a una disciplina ingenieril porque plantea objetivos medibles y métodos rigurosos para alcanzarlos.

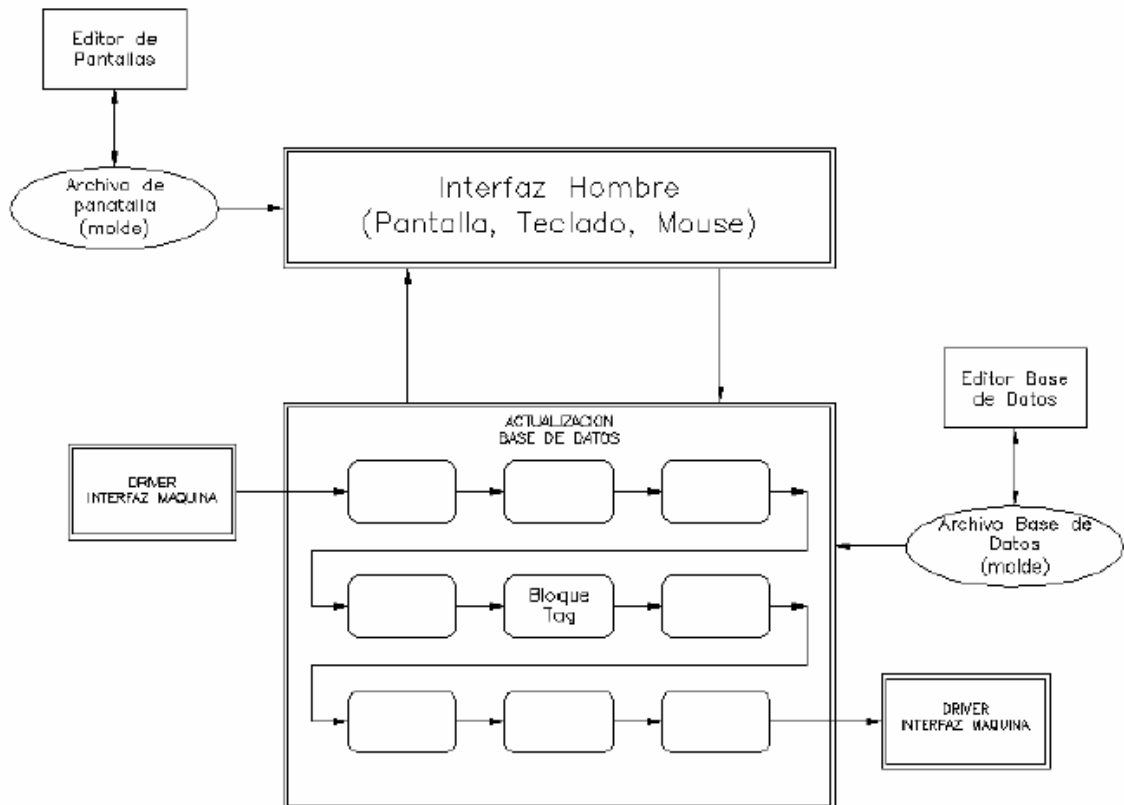


Figura 1.1 Estructura General del Software HMI ¹

1.1.1 Tecnologías HMI

La interacción hombre-máquina ayuda a entender como la gente interactúa con las nuevas tecnologías. Además, esta interacción puede ayudar a mejorar las posibilidades de nuevas tecnologías en la enseñanza en dos importantes aspectos: primero, puede guiar un análisis cuidadoso y sistemático sobre que información, herramientas y capacidades necesita la gente para conseguir sus objetivos; y segundo, puede proporcionar herramientas y técnicas con las que se puede quitar defectos que estorban en una interacción tranquila entre la gente y las nuevas tecnologías.

Es decir, es necesario que se profundice en los factores que dificultan esta interacción. Este tipo de investigación permitirá la generación de guías para el diseño de interfaces para los usuarios de ordenador.

¹ Introducción HMI www.sthal-hmi.de

En los últimos años, se ha ido incrementando el interés en el estudio de los usuarios como parte del sistema hombre-máquina. No obstante, la mayoría de los estudios han sido dirigidos hacia los usuarios con experiencia con el ordenador, o más específicamente a programadores. Sólo algunos de los más recientes estudios se ocupan más específicamente de los usuarios casuales o principiantes.

Los usuarios principiantes y experimentados generalmente manifiestan maneras de comportamiento bastante diferentes. Los principiantes normalmente se dedican a actividades de resolver problemas, mientras que los experimentados son hábiles en la interacción con el ordenador. La interacción es para el usuario experto una destreza cognitiva de rutina.

Clasificación

Dentro de las Interfaces de Usuario se distinguen básicamente dos tipos:

- Una interfaz de hardware, a nivel de los dispositivos utilizados para ingresar, procesar y entregar los datos: teclado, ratón y pantalla visualizadora; y
- Una interfaz de software, destinada a entregar información acerca de los procesos y herramientas de control, a través de lo que el usuario observa habitualmente en la pantalla.

1.2 Antecedentes y Actualidad

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorear y de controlar múltiples sistemas remotos, PLC's y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática. Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por el sistema HMI/SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para

proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas. Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI/SCADA de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLC's, incluyendo la entrada al mercado de ingenieros mecánicos, eléctricos y técnicos para configurar estas interfaces por sí mismos, sin la necesidad de un programa hecho a medida escrito por un desarrollador de software.

Los Avances de la Ciencia y la Tecnología han puesto al hombre en un plano intermedio entre lo tangible e intangible computacionalmente hablando, es ahora tan común el convivir con un computador diariamente que cada vez se hace más imperativo la mejor interacción hombre-máquina a través de una adecuada interfaz (Interfaz de Usuario), que le brinde tanto comodidad ,como eficiencia.

La idea fundamental en el concepto de interfaz es el de mediación, entre hombre y máquina. La interfaz es lo que "media", lo que facilita la comunicación, la interacción, entre dos sistemas de diferente naturaleza, típicamente el ser humano y una máquina como el computador. Esto implica, además, que se trata de un sistema de traducción, ya que los dos "hablan" lenguajes diferentes: verbo-icónico en el caso del hombre y binario en el caso del procesador electrónico.

De una manera más técnica se define la Interfaz de usuario, como conjunto de componentes empleados por los usuarios para comunicarse con las computadoras. El usuario dirige el funcionamiento de la máquina mediante instrucciones, denominadas genéricamente entradas. Las entradas se introducen mediante diversos dispositivos, por ejemplo un teclado, y se convierten en señales electrónicas que pueden ser procesadas por la computadora. Estas señales se transmiten a través de circuitos conocidos como bus, y son coordinadas y controladas por la unidad de proceso central y por un soporte lógico conocido como sistema operativo. Una vez que la CPU ha ejecutado las

instrucciones indicadas por el usuario, puede comunicar los resultados mediante señales electrónicas, o salidas, que se transmiten por el bus a uno o más dispositivos de salida, por ejemplo una impresora o un monitor.

Una interfaz de software es la parte de una aplicación que el usuario ve y con la cual interactúa. Está relacionada con la subyacente estructura, la arquitectura, y el código que hace el trabajo del software, pero no se confunde con ellos. La interfaz incluye las pantallas, ventanas, controles, menús, metáforas, la ayuda en línea, la documentación y el entrenamiento. Cualquier cosa que el usuario ve y con lo cual interactúa es parte de la interfaz. Una interfaz inteligente es fácil de aprender y usar. Permite a los usuarios hacer su trabajo o desempeñar una tarea en la manera que tiene más sentido para ellos, en vez de tener que ajustarse al software. Una interfaz inteligente se diseña específicamente para la gente que la usará.

Un ordenador ayudado de un sistema de información consiste en tres principales componentes: *hardware*, *software* y *usuario*. La interacción de estos componentes es una de las más importantes partes del sistema: interfaz hombre-máquina.

El campo de interacción hombre-máquina se concibe con el diseño del interfaz y es altamente interdisciplinario por naturaleza. Esto supone investigaciones desde la Psicología, la Informática, la Ingeniería, la Educación y las Comunicaciones.

El interfaz hombre-máquina es un canal comunicativo entre el usuario y el ordenador.

La producción, distribución y administración de la información se han convertido en las actividades principales de los conocimientos modernos en los que se basa la sociedad. De esta manera, el interfaz entre humanos y las nuevas tecnologías será continuamente mejorado en función de realizar el ideal de comunicación humana mundial. El *paradigma de la persona entera y de la red hombre-máquina* son los puntos culminantes en el mundo futuro de la comunicación.

La evolución de las interfaces de usuario corre en paralelo con la de los sistemas operativos; de hecho, la interfaz constituye actualmente uno de los principales elementos de un sistema operativo. A continuación se muestran las distintas interfaces que históricamente han ido apareciendo, ejemplificándolas con las sucesivas versiones de los sistemas operativos más populares.

Interfaces de línea de mandatos (command-line user interfaces, CUIs).

Es el característico del DOS, el sistema operativo de los primeros PC, y es el estilo más antiguo de interacción hombre-máquina. El usuario escribe órdenes utilizando un lenguaje formal con un vocabulario y una sintaxis propia (los mandatos en el caso del DOS). Se usa un teclado, típicamente, y las órdenes están encaminadas a realizar una acción.

Inconveniente: carga de memoria del usuario (debe memorizar los mandatos; incluso la ayuda es difícil de leer); nombres no siempre adecuados a las funciones, significado de los mandatos mal comprendido a veces (varios mandatos con el mismo o parecido significado, como DEL y ERASE); inflexible en los nombres (DEL y no DELETE).

Ventajas: potente, flexible y controlado por el usuario, aunque esto es una ventaja para usuarios experimentados. La sintaxis es estricta, y los errores pueden ser graves

Interfaces de menús.

Un menú es una lista de opciones que se muestran en la pantalla o en una ventana de la pantalla para que los usuarios elijan la opción que deseen (véase ejemplo). Los menús permiten dos cosas: navegar dentro de un sistema, presentando rutas que llevan de un sitio a otro, y seleccionar elementos de una lista, que representan propiedades o acciones que los usuarios desean realizar sobre algún objeto.

Las interfaces de menús aparecen cuando el ordenador se vuelve una herramienta de usuario y no sólo de programadores. Las actuales interfaces gráficas u orientadas a objetos siguen utilizando este tipo de interfaces (los distintos estilos de interfaces no son mutuamente exclusivos).

Existen distintos tipos de menús. Los primeros fueron los menús de pantalla completa, estructurados jerárquicamente

Menú de pantalla completa

Los menús de barra, situados en la parte superior de la pantalla, son abundantemente utilizados en las aplicaciones actuales. Contienen una lista de acciones genéricas que dan paso a menús desplegables donde se concretan.

Menú de barra y menú desplegable

Estos menús pueden llevar a su vez a otros: son los menús en cascada. Pueden cambiar dinámicamente, y deshabilitar opciones que no estén disponibles en un momento dado (marcándolas habitualmente en gris).

Los tres estilos más comunes de interfaces gráficas hombre-computadora son: "Lo que tú ves es lo que puedes conseguir (WYSIWYG What you see is what you get)"², Manipulación directa e Interfaces de usuario basados en iconos.

Un GUI es una representación gráfica en la pantalla del ordenador de los programas, datos y objetos, así como de la interacción con ellos. Un GUI proporciona al usuario las herramientas para realizar sus operaciones, más que una lista de las posibles operaciones que el ordenador es capaz de hacer.

Y actualmente la solución de SCADA a menudo tiene componentes de sistemas de control distribuido, DCS (*Distributed Control System*). El uso de RTU's o PLC's sin involucrar computadoras maestras está aumentando, los cuales son autónomos ejecutando procesos de lógica simple. Frecuentemente se usa un lenguaje de programación funcional para crear programas que corran en

² http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_HMI

estos RTU's y PLC's, siempre siguiendo los estándares y normas. La complejidad y la naturaleza de este tipo de programación hace que los programadores necesiten cierta especialización y conocimiento sobre los actuadores que van a programar. Aunque la programación de estos elementos es ligeramente distinta a la programación tradicional, también se usan lenguajes que establecen procedimientos, como pueden ser FORTRAN, C o Ada95. Esto les permite a los ingenieros de sistemas SCADA implementar programas para ser ejecutados en RTU's o un PLC's.³

Los tres componentes de un sistema SCADA son:

1. Múltiples Unidades de Terminal Remota (también conocida como UTR, RTU o Estaciones Externas).
2. Estación Maestra y Computador con HMI.
3. Infraestructura de Comunicación.

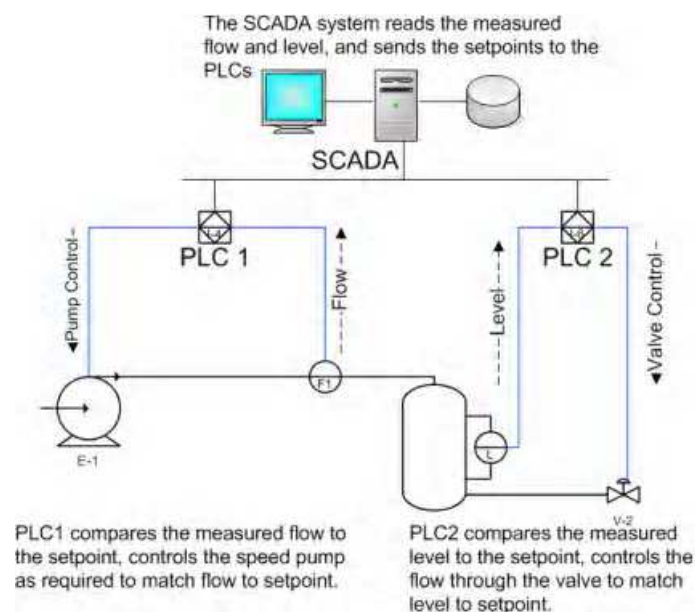


Figura 2.2 Estructura de un Sistema SCADA⁴

³ <http://es.wikipedia.org/wiki/HMI-SCADA>

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

Unidad Terminal Remota (UTR)

La UTR se conecta al equipo físicamente y lee los datos de estado como los estados abierto/cerrado desde una válvula o un interruptor, lee las medidas como presión, flujo, voltaje o corriente. Por el equipo el UTR puede enviar señales que pueden controlarlo: abrirlo, cerrarlo, intercambiar la válvula o configurar la velocidad de la bomba.

La UTR puede leer el estado de los datos digitales o medidas de datos analógicos y envía comandos digitales de salida o puntos de ajuste analógicos.

Una de las partes más importantes de la implementación de SCADA son las alarmas. Una alarma es un punto de estado digital que tiene cada valor NORMAL o ALARMA. La alarma se puede crear en cada paso que los requerimientos lo necesiten. Un ejemplo de una alarma es la luz de "tanque de combustible vacío" del automóvil. El operador de SCADA pone atención a la parte del sistema que lo requiera, por la alarma. Pueden enviarse por correo electrónico o mensajes de texto con la activación de una alarma, alertando al administrador o incluso al operador de SCADA.

Estación Maestra

El termino "Estación Maestra" se refiere a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTU's, PLC's, etc.) en estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control, o en cualquier otro lado. En un sistema SCADA pequeño, la estación maestra puede estar en un solo computador, A gran escala, en los sistemas SCADA la estación maestra puede incluir muchos servidores, aplicaciones de software distribuido, y sitios de recuperación de desastres.

El sistema SCADA usualmente presenta la información al personal operativo de manera gráfica, en forma de un diagrama de representación. Esto significa que el operador puede ver un esquema que representa la planta que está siendo controlada. Por ejemplo un dibujo de una bomba conectada a la tubería

puede mostrar al operador cuanto fluido esta siendo bombeado desde la bomba a través de la tubería en un momento dado. El operador puede cambiar el estado de la bomba a apagado. El software HMI mostrará el promedio de fluido en la tubería decrementándose en tiempo real. Los diagramas de representación pueden consistir en gráficos de líneas y símbolos esquemáticos para representar los elementos del proceso, o pueden consistir en fotografías digitales de los equipos sobre los cuales se animan las secuencias.

El paquete HMI para el sistema SCADA típicamente incluye un programa de dibujo con el cual los operadores o el personal de mantenimiento del sistema pueden cambiar la apariencia de la interfaz. Esta representaciones puede ser tan simple como unas luces de tráfico en pantalla, los cuales representan el estado actual de un campo en el tráfico actual, o tan complejo como una pantalla de multiproyector representando posiciones de todos los elevadores en un rascacielos o todos los trenes de una vía férrea. Plataformas abiertas como Linux que no eran ampliamente usados inicialmente, se usan debido al ambiente de desarrollo altamente dinámico y porque un cliente que tiene la capacidad de acomodarse en el campo del hardware y mecanismos a ser controlados que usualmente se venden UNIX o con licencias Open VMS. Hoy todos los grandes sistemas son usados en los servidores de la estación maestra así como en las estaciones de trabajo HMI.

Filosofía Operacional

Sin esperar de la intervención del operador o en la automatización de la estación maestra los RTU pueden ahora ser requeridos para manipularse ellos mismos, realizando su propio control sobre todo por temas de seguridad. El software de la estación maestra requiere hacer mas análisis de datos antes de ser presentados a los operadores, incluyendo análisis históricos y análisis asociados con los requerimientos de la industria particular. Los requerimientos de seguridad están siendo aplicados en los sistemas como un todo e incluso el software de la estación maestra debe implementar los estándares más fuertes de seguridad en ciertos mercados.

El Hardware del sistema SCADA es generalmente lo suficientemente robusto para resistir condiciones de temperatura, humedad, vibración y voltajes extremos pero en estas instalaciones es común aumentar la fiabilidad mediante hardware redundante y varios canales de comunicación. Una parte que falla puede ser fácilmente identificada y su funcionalidad puede ser automáticamente desarrollada por un hardware de backup. Una parte que falle puede ser reemplazada sin interrumpir el proceso. La confianza en cada sistema puede ser calculado estadísticamente y este estado es el significado de tiempo medio entre fallos, el cual es una variable que acumula tiempos entre fallas. El resultado calculado significa que el tiempo medio entre fallos de sistemas de alta fiabilidad puede ser de siglos.

Infraestructura y Métodos de Comunicación

Los sistemas SCADA tienen tradicionalmente una combinación de radios y señales directas seriales o conexiones de módem para conocer los requerimientos de comunicaciones, incluso Ethernet e IP es también frecuentemente usada en sitios muy grandes como ferrocarriles y estaciones de energía eléctrica.

1.3 Usos y Aplicaciones

Una de las aplicaciones más populares es el sistema SCADA debido a que es compatible con la mayoría de instrumentos electrónicos y proporciona mayor seguridad y robustez a los procesos industriales a controlar. Ésta se usa desde aplicaciones pequeñas, como controladores de temperatura en un espacio, hasta aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares.

Los sistemas HMI se usan para supervisar condiciones físicas o ambientales, tales como temperatura, sonido, vibración, presión, movimiento o cualquier fenómeno físico o natural, en diversas localidades. El desarrollo de sistemas HMI fue motivado originalmente para usos en campos petroleros. Sin

embargo, ahora se utilizan en muchas áreas de aplicación civiles, incluyendo la supervisión del ambiente y del hábitat, usos de monitoreo médico, automatización casera, y control de procesos.

Los más recientes avances de las comunicaciones reflejan los verdaderos requerimientos de la tecnología en la industria del presente. Las distintas interfaces permiten la simple medición de la capacidad de transmisión de datos y sus implicaciones cuando se deben realizar desde robots móviles y plataformas del mismo tipo, así como partes o maquinaria que no son fácilmente accesibles de un proceso.

La industria automotriz es otro de los potenciales clientes en un futuro muy cercano.

En este sentido, la computación que penetra en todas las facetas de la vida diaria de los seres humanos está a punto de convertirse en la herramienta más utilizada y necesaria para el entorno en el que se vive.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL REGISTRADOR DE TEMPERATURA

2.1 INTRODUCCIÓN

Dentro del presente capítulo se realiza una introducción de los equipos físicos seleccionados para la implementación del presente proyecto, es por eso, que durante su desarrollo, es necesario entender sobre el proceso completo que comprende el software específico de programación, así como de visualización y recopilación de la información necesaria para el completo funcionamiento del registrador de temperatura.

El software a utilizarse es *HMI Studio 1.12*, provisto por la empresa **Brainchild Electronic CO. Ltd.**, el cual sirve para el desarrollo del sistema, de tal forma mediante su estudio, se va a determinar la importancia de su uso, así como las ventajas y desventajas que ofrece.

Existen niveles de programación en HMI Studio, el primero pertenece al nivel cliente donde se denota la necesidad de una interfaz gráfica de visualización,

entre un usuario y una aplicación ya desarrollada. En general, este software, lo que hace es proveer a los usuarios de herramientas para simplificar las tareas de desarrollo, implementación, monitoreo y análisis de información, provista por la pantalla táctil y el módulo de entrada de termocuplas y justamente, dentro de la parte relacionada con el análisis de los datos, HMI Studio hace fácil la tarea pues se puede generar gráficas de las lecturas de cada uno de los canales de entrada.

El segundo nivel corresponde a la pantalla en sí, donde se tiene acceso a la información directamente, así como la facilidad de leer y escribir datos recopilados dentro del sistema; es decir, en este nivel de operación es donde se efectúa la recepción de los datos generados o más bien recopilados, por los módulos de entrada, hasta la Estación Base es decir la pantalla táctil, datos que son almacenados en la memoria interna de la pantalla.

Y, finalmente, el tercer nivel, muestra la parte del cliente, justamente, la parte en la que se aloja el software (*HMI Studio*), es decir el nivel de visualización, monitoreo y análisis con herramientas que se muestran en la interfaz para interpretación de los datos del módulo de entradas; y es este nivel el que será detallado en esta sección del proyecto, para poder determinar cada una de las características que ofrece el software.⁵

La pantalla táctil funciona bajo el sistema operativo HMI Studio, desarrollado por Brainchild Electronic CO. Ltd.

⁵ Human Machine Interface HMI 601 User Manual UMHMIA

2.2 ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DEL HARDWARE

El hardware necesario para la realización del proyecto es el siguiente:

- Pantalla táctil HMI 601 S
- Módulo de entradas de termocuplas IO-8TC
- Computador

Requerimientos de Hardware

Los requerimientos básicos de hardware de un computador, para instalar el software HMI se describen en la siguiente tabla:

DISPOSITIVO	REQUERIMIENTO MÍNIMO
PC con procesador Pentium	Pentium II en adelante
Sistema Operativo	Windows 2000
Memoria RAM	64 MB de RAM en adelante
Disco duro	150 MB Espacio de Memoria Libre
Puerto Serial	Puerto Serial para Descarga

Tabla 1.1 Descripción de los requerimientos de hardware

Estos son los requerimientos mínimos del sistema para correr la aplicación HMI Studio.

Cada unidad HMI debe ser configurada el software HMI Studio antes de ser conectada a un PLC o algún módulo de entradas y salidas.

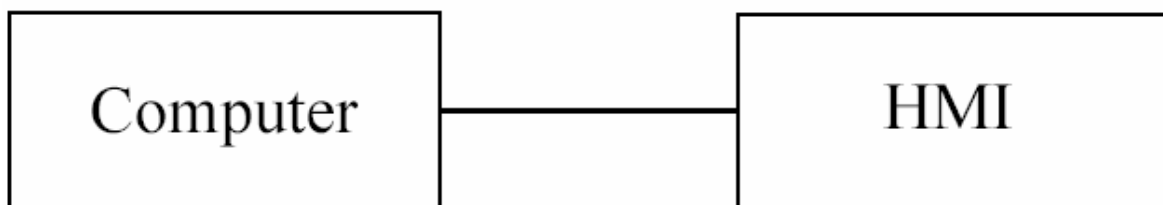


Figura 2.1 Configuración HMI

La operación normal es la siguiente:



Figura 2.2 Operación normal HMI-PLC

La unidad HMI se conecta a un PLC o a módulos de entrada y salida usando el cable correcto HMI-PLC. La unidad HMI puede comunicarse con cualquier otro dispositivo haciendo una configuración de hardware en la unidad.

2.2.1 PANTALLA TÁCTIL HMI BRAINCHILD

Especificaciones de la HMI 601 S

Fuente de poder	24VDC \pm 10%
Memoria	
Total Memoria	4MB
Memoria de Aplicación	3264 KB
Memoria Ladder	128 KB
Pantalla	Monocromática
Tamaño de Pantalla	5.7 "
Resolución	320 x 240 Píxeles
Pantalla Táctil	Resistivo Análogo
Comunicación	
Tipo	RS232 / RS485 / RS422

Tabla 2.2 Pantalla HMI 601

2.2.2. MÓDULO DE ENTRADAS DE TERMOCUPLAS IO-8TC BRAINCHILD



Figura 2.3 Módulo de Entradas de Termocuplas IO-8TC

Especificaciones Técnicas del IO-8TC

El IO-8TC es un módulo de entradas de termocuplas. El módulo utiliza diferentes entradas para reducir los efectos de ruido eléctrico. Las entradas de termocuplas están aisladas lógicamente.

Fuente de poder	Voltaje	12-24VDC		
	Corriente	62 mA - 12V/ 33 mA - 24 V		
Entradas de Termocuplas	Puntos de Entrada	8		
	Resolución	0.1 ° C		
Tipo de Termocuplas	Número	Tipo	Rango	Exactitud
	1	J	(-150 a 760 ° C)	0.2 ° C
	2	K	(-200 a 1370 ° C)	0.3 ° C
	3	E	(0 a 600 ° C)	0.1 ° C
	4	T	(-200 a 400 ° C)	0.3 ° C
	5	N	(0 a 1300 ° C)	0.3 ° C
	6	B	(400 a 1820 ° C)	0.5 ° C
	7	S	(-50 a 1767 ° C)	0.6 ° C
	8	R	(-50 a 1767 ° C)	0.7 ° C
	10	C	(0 a 2315.5 ° C)	0.7 ° C
	11	D	(0 a 2315.5 ° C)	0.7 ° C
	12	G	(0 a 2315.5 ° C)	0.9 ° C

Tabla 2.3 Descripción de las especificaciones técnicas del IO-8TC

Indicador de Estados

Power: Titila para indicar que el CPU esta corriendo.

RS485 Rx: Titila para indicar que la unidad ha recibido un mensaje Modbus válido.

RS485 Tx: Titila para indicar que la unidad ha enviado un mensaje Modbus.

Input Status: “ON” cuando la termocupla esta en circuito abierto.

“OFF” cuando la termocupla está conectada.

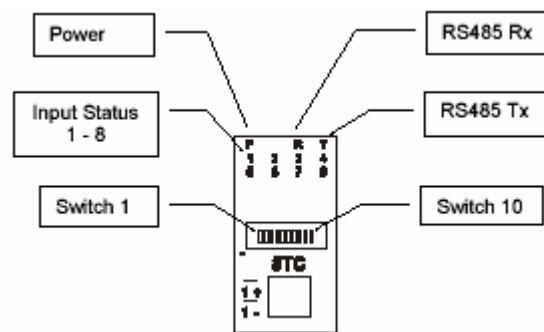


Figura 2.4 Indicadores de Estado del módulo IO-8TC

Cableado

En la figura 2.5 se indica como se debe conectar las termocuplas a las entradas del módulo.

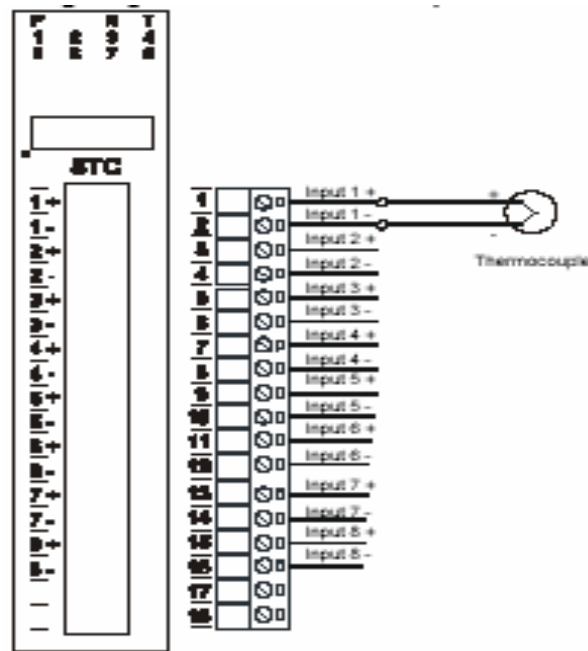


Figura 2.5 Cableado de las termocuplas a las entradas del módulo IO-8TC

Registros de Datos

A continuación se detalla los registros del módulo de entradas

Modbus Address	Register Name	Low Limit	High Limit	Access	Description
30001	S/W Version / Module Type	N/A	N/A	R	High Byte = Software Version Low Byte = 105
30002	TC Input 1	-xxx.x	yyyy.y	R	Thermocouple Inputs. See table for range.
30003	TC Input 2	-xxx.x	yyyy.y	R	Resolution in 0.1°C.
30004	TC Input 3	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30005	TC Input 4	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30006	TC Input 5	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30007	TC Input 6	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30008	TC Input 7	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30009	TC Input 8	-xxx.x	yyyy.y	R	"
30010	CJC Temp.	-xxx.x	yyyy.y	R	CJC Temperature in 0.1°C resolution.
30011	Input Status	0	65535	R	bit1 = 0(OK),bit1 = 1(error or open circuit)
30100	DIP Switch	0	65535	R	Status of DIP Switch on Front Panel
40101	TC Type	1	13	R/W	See TC Tables.
40102	Line Frequency	50	60	R/W	Line Frequency
40103	CJC Offset	1	199	R/W	100 = zero offset (0.0)
40104	Units Type	1	2	R/W	1=°C, 2=°F
40121	Baud Rate	2400	11520	R/W	2400, 4800, 9600, 19200, 38400,57600,115200
40122	Parity	0	2	R/W	0 = none, 1 = even, 2 = odd
40123	Stop Bits	1	2	R/W	1 = 1 stop bit, 2 = 2 stop bits
40124	Reply Delay	0	65535	R/W	0 = Disable, >0 = Enable. (x10ms)

Tabla 3.4 Descripción de los Registros del IO-8TC ⁶

⁶ Data Acquisition Modules/ Distributed IO Modules UMIOA

2.3 ANÁLISIS Y OPERACIÓN DEL SOFTWARE HMI STUDIO

La Interfaz Terminal del Operador (HMI) provee mucha más versatilidad que los mecanismos tradicionales de paneles de control. Una HMI permite que un operador de una planta monitoree las condiciones de un sistema de control y, si es necesario, inicie un cambio en su operación.

La HMI se puede conectar con PLC's y otros dispositivos a través de puertos de comunicación serial, puede ser programada desde el monitor y/o cambiar los valores actuales almacenados en la memoria, pueden tener texto, gráficas, displays táctiles o PCB basados en teclados.

El software HMI tiene proyectos, que son aplicaciones creada por el usuario; contiene información como el modelo de la HMI, Configuración de la Red, Información de la Pantalla, Información de Tareas, etc.

El software HMI tiene pantallas, que son una representación visual de objetos colocados en la HMI. Una pequeña porción de la pantalla es una ventana llamada Popup. La puede usar y/o crear de acuerdo a sus requerimientos. La ventana Popup puede aparecer en la HMI presionando un botón en la pantalla táctil. El máximo número de pantallas es solo limitado por el tamaño de la memoria de aplicación.

El software HMI tiene objetos colocados en la pantalla HMI tales como exhibición de mensajes de texto, escribir un valor a un registro o exhibir una alarma. Un objeto puede ser clasificado como texto o como un objeto gráfico.

Un objeto de texto es usado para mostrar un texto en la pantalla HMI y puede también ser usado para realizar alguna acción. Por ejemplo un data entry (entrada de dato) es decir, se puede modificar un registro del PLC u otros dispositivos. Algún objeto puede mostrar una gráfica de registro dependiendo de su valor. A este objeto se le puede cambiar los valores.

Estructura del Software HMI Studio

Desde la barra de tareas de Windows, clicar en el botón **Start**, en HMI_Studio_ 1.12.

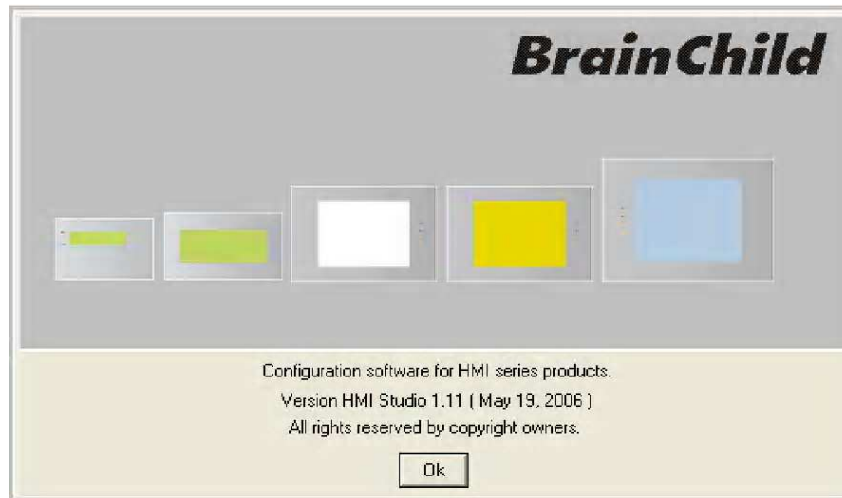


Figura 2.6 Pantalla de inicio del programa HMI

Después aparecerá la siguiente pantalla para elegir las tareas:



Figura 2.7 Pantalla de tareas del programa HMI

Cuando se crea una aplicación aparecerá la pantalla de la figura 2.8:

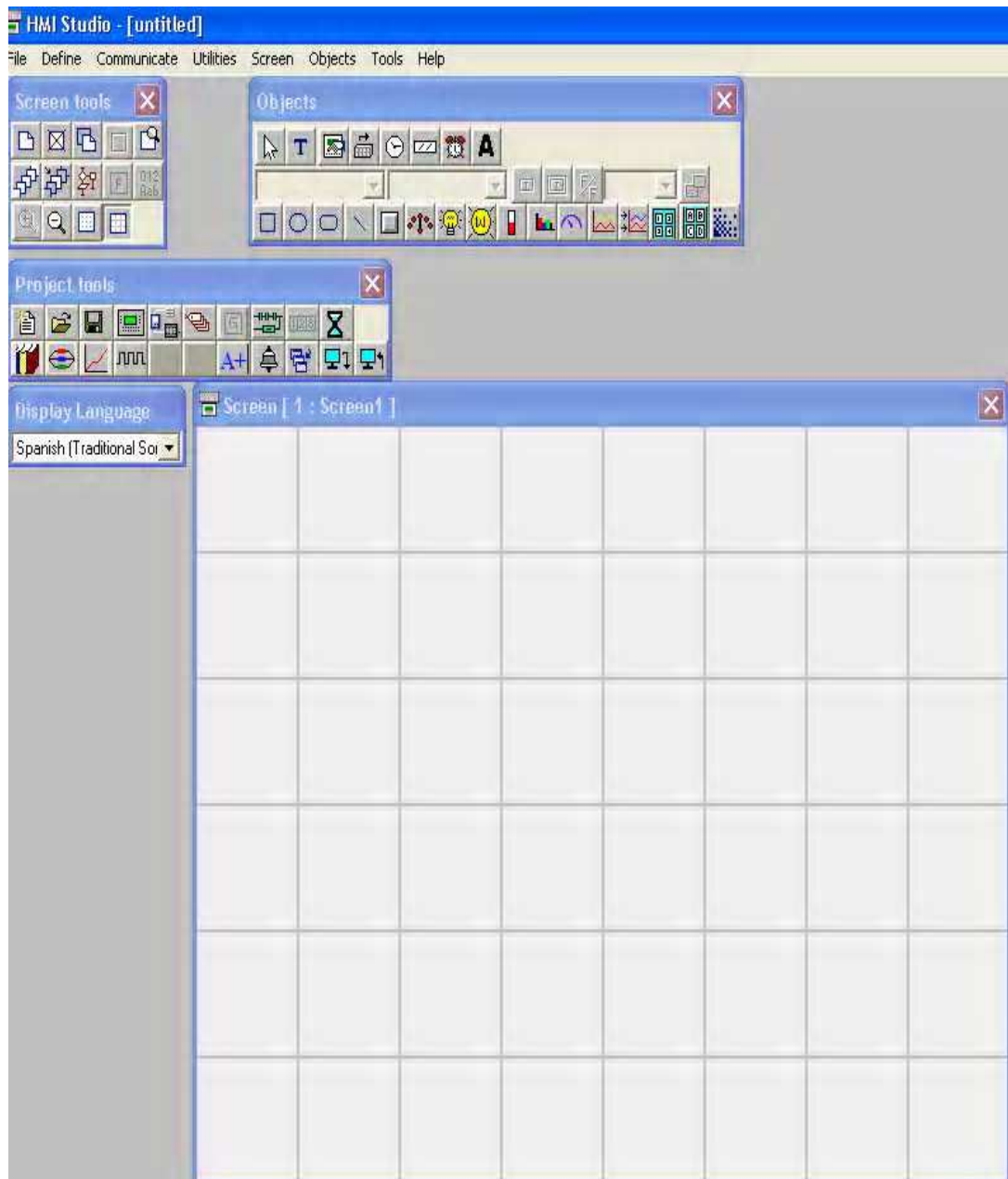


Figura 2.8 Pantalla general para realizar el programa HMI

En estas pantallas existe una base de datos de etiquetas o direcciones llamados Tags.

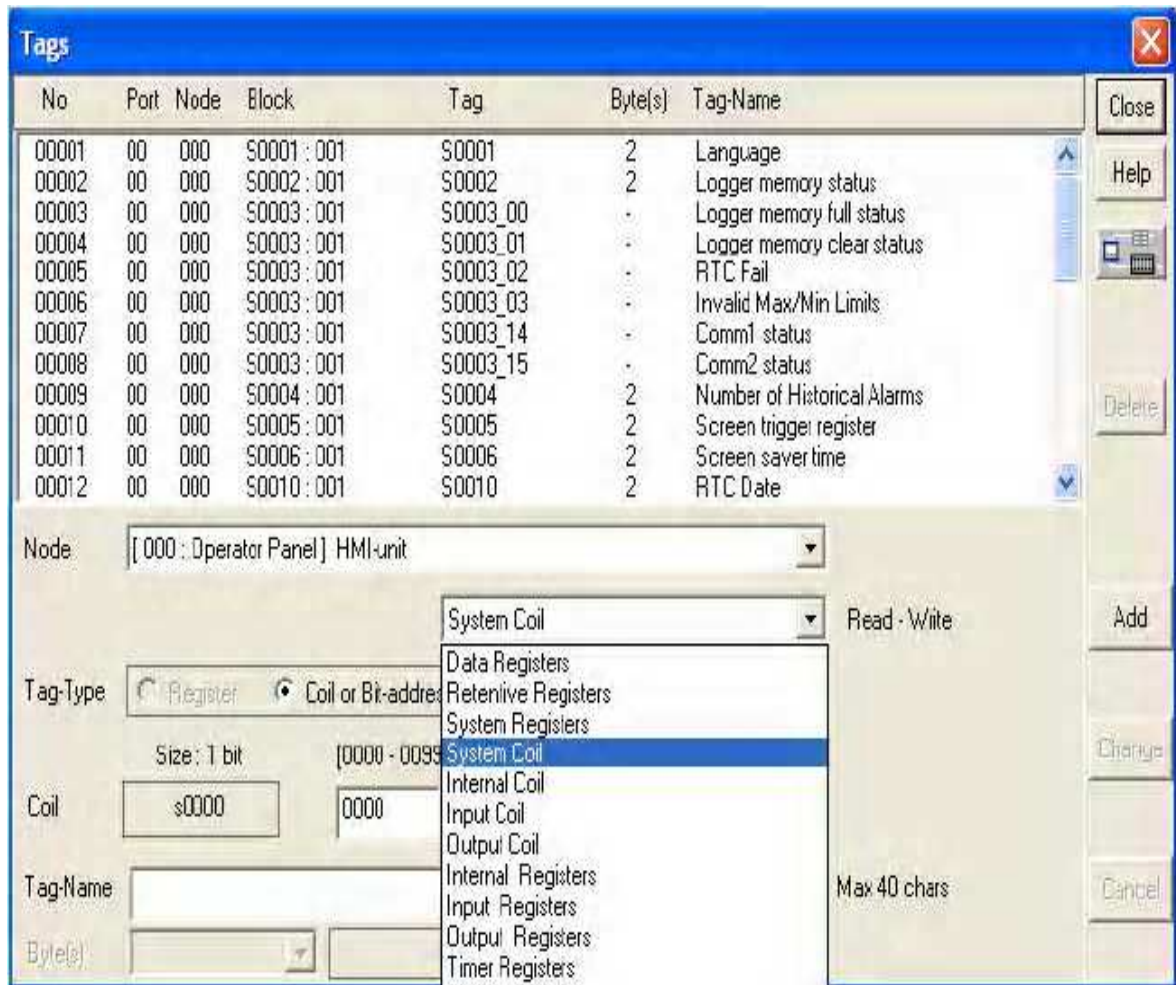


Figura 2.9 Tags del programa HMI

En esta pantalla se encuentran los Tags propios de la pantalla como son:

1. Registros del sistema
2. Bobinas del sistema
3. Unidad de Configuración de Memoria

1. Registros del sistema

Register/Coil	Tag Name	Read / Write	Description
S0001	Language	Read / Write	Writing the value will change languages used in any wizard
S0002	Logger memory Status	Read Only	Shows the percentage usage of status logger memory. (0 to 100)
S0003_14	Comm1 status	Read Only	0 = Communication Error 1 = Communicating with PLC
S0003_15	Comm2 status	Read Only	0 = Communication Error 1 = Communicating with PLC
S0003_00	Logger memory full status	Read Only	1 = memory full
S0003_01	Logger memory clear status	Read Only	1 = memory clear routine being executed
S0003_02	RTC fail	Read Only	RTC fail
S0003_03	Invalid max/min limits	Read Only	Invalid indirect values entered for wizard
S0004	Number of Historical	Read Only	Shows no of alarms, stored in history
S0005	Screen Trigger	Read / Write	Shows the active screen no. Writing to this register changes which screen is active. Invalid values result in a "Screen Not Defined" message

Register/Coil	Tag Name	Read / Write	Description
S0006	Screen Saver Time	Read / Write	Time (in seconds) before the screen saver is activated
S0007	Battery voltage	Read Only	Indicates Battery voltages in #.# format.
S0010	RTC Day	Read Only	RTC Day in integer format
S0011	RTC Month	Read Only	RTC Month in integer format.
S0012	RTC Year	Read Only	RTC Year in integer format.
S0013	RTC Hour	Read Only	RTC Hour in integer format.
S0014	RTC Minute	Read Only	RTC Minute in integer format.
S0015	RTC Second	Read Only	RTC Second in integer format.
S0016	RTC Day Of week	Read Only	RTC Day of Week in integer format.
S0017	Scan time Register	Read Only	Shows time required to execute Screen, Screen task and Global task in millisecond. Use ####.# format for display.

Tabla 4.5 Descripción de los Registros del Sistema ⁷

⁷ Human Machine Interface HMI 601 User Manual UMHMIA

2. Bobinas del Sistema

Coil	Tag Name	Read / Write	Description
s0000	Carry Bit	Read Only	Used to store the carry generated during bit wise operation.
s0001	High Speed Timer Control bit	Read / Write	Enable High speed timer through Ladder.
s0003	Minute change pulse	Read Only	1 for every change in minute for one scan cycle.
s0004	Hour change pulse	Read Only	1 for every change in hour for one scan cycle.

Coil	Tag Name	Read / Write	Description
s0005	Date change pulse	Read Only	1 for every change in date for one scan cycle.
s0006	Month change pulse	Read Only	1 for every change in Month for one scan cycle.
s0007	Year change pulse	Read Only	1 for every change in year for one scan cycle.
s0008	Screen Saver control	Read / Write	0: Disable screensaver 1: Enable screensaver Run Time you can change this bit.
s0009	Beeper On/Off	Read / Write	0: Disable Beeper 1: Enable Beeper Run Time you can change this bit.
s0010	Battery Status	Read Only	0: Battery voltage is OK (above 2.2V) 1: Low Battery(below 2.2V)
s0014	Acknowledge all alarms.	Read Only	0: All alarms are acknowledged 1: All alarms are not acknowledged in the Real and Historical alarms
s0016	Valid key beeper On/Off	Read / Write	1: Enable valid Beeper. 0: Disable valid Beeper Run time you can change this bit.
s0017	Invalid key beeper On/Off	Read / Write	1: Enable Invalid Beeper. 0: Disable Invalid Beeper Run time you can change this bit

Tabla 5.6 Descripción de las Bobinas del Sistema ⁸

Y a continuación los tags que se pueden utilizar para cualquier aplicación

⁸ Human Machine Interface HMI 601 User Manual UMHMIA

3. Unidad de Configuración de Memoria

Data Type	Size	Register / Coil	Length	Type	Description
Data Register	D0000-D0999	Register	1,2,4 Bytes	Read / Write	General Purpose Register
Retentive Register	R0000-R01999	Register	1,2,4 Bytes	Read / Write	Nonvolatile registers for storage
System Register	S0000-S0063	Register	1,2,4 Bytes	Varies*	Status and Control Register ft
System Coil	s0000-s0099	Coil	1 bit	Varies*	Status and control coil for unit
Internal Coil	B0000-B4999	Coil	1 bit	Read / Write	General purpose Internal coils
Input Coil	X0000-X0099	Coil	1 bit	Read Only	Physical input coils
Output Coil	Y0000-Y0099	Coil	1 bit	Read / Write	Physical Output coils
Internal Register	J000-J0312	Register	2Bytes	Read / Write	Each internal register is mapped with Internal coil(B0 to B15)
Input Register	U0000-U0006	Register	2Bytes	Read Only	Each input register is mapped with Input coil (X0-X15).
Output Register	L0000-L0006	Register	2Bytes	Read / Write	Each output register is mapped with output coils(Y0-Y15)
Timer Register	T0000-T0127	Register	2Bytes	Read / Write	Timer Register
Counter Register	C0000-C0177	Register	4Bytes	Read / Write	Counter Registers. Counters 0-127 are Non-Retentive registers and counters 128-177 are Battery Backed Retentive registers.

Tabla 6.7 Descripción de la Unidad de Configuración de Memoria⁹

2.4. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN

Puertos de Comunicación

Los puertos de comunicación de la HMI soportan cuatro tipos de comunicación serial.

Existen dos puertos de comunicación Multisignal. Multi-Signal significa que cada puerto tiene comunicación RS232, RS422, RS485 y niveles de señal CMOS.

⁹ Human Machine Interface HMI 601 User Manual UMHMIA

La HMI puede comunicarse simultáneamente por ambos puertos seriales. La HMI puede ser programada desde la PC por cualquier puerto.

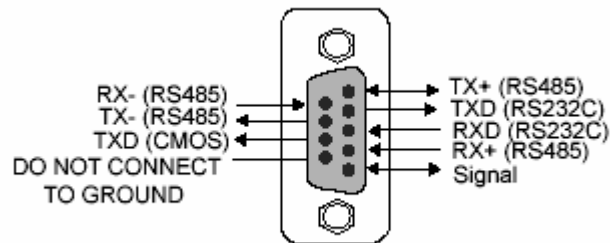


Figura 2.10 Conector del puerto de comunicación de la pantalla HMI 601

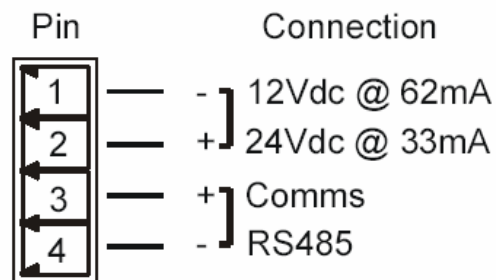


Figura 2.11 Conector del puerto de comunicación del módulo IO-8TC

El protocolo de comunicación es un código abierto como Modbus.

La figura 2.12 a continuación mostrada indica los parámetros con los cuales esta configurada la comunicación entre la pantalla HMI y los módulos IO-8TC.

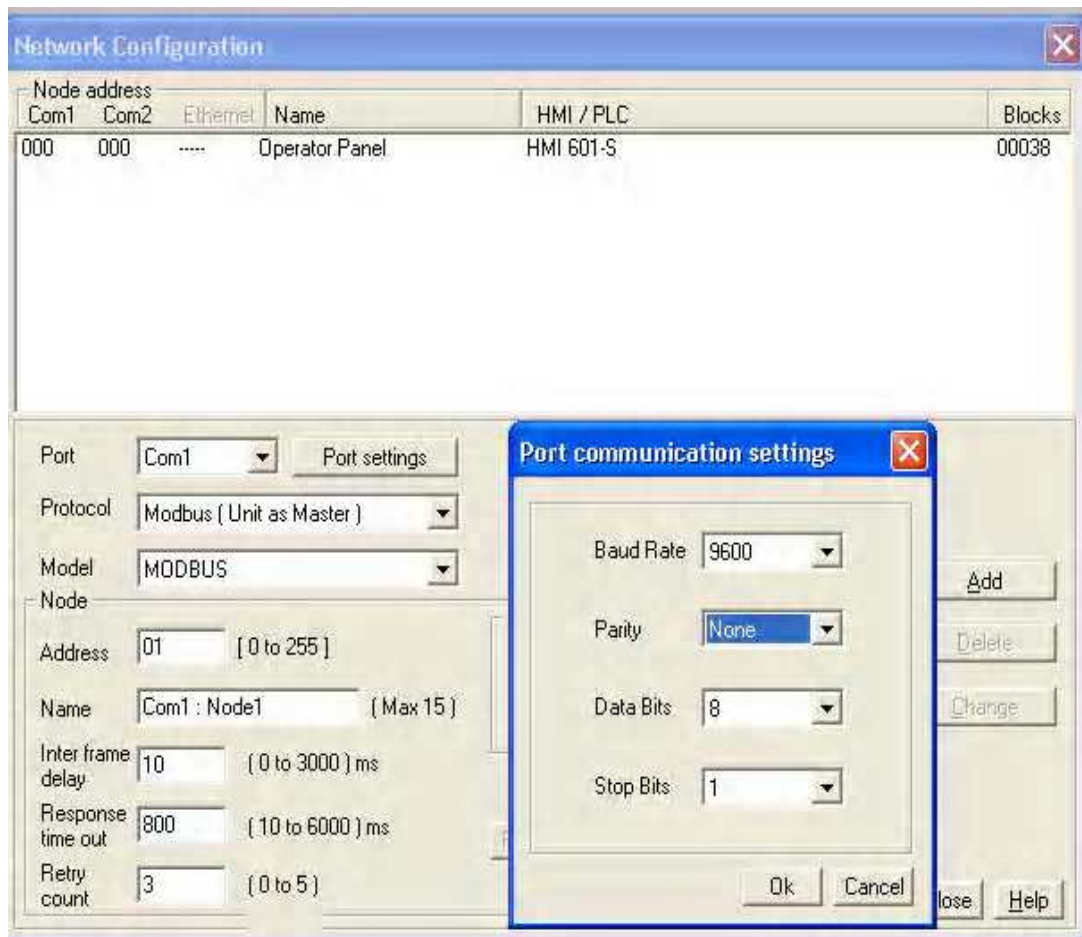


Figura 2.12 Configuración de comunicación de la pantalla HMI con el módulo IO-8TC

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL REGISTRADOR

INTRODUCCIÓN

Dentro del presente capítulo se realiza la descripción del diseño y la programación de los equipos físicos seleccionados para la implementación del presente proyecto.

3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Se debe considerar que el presente proyecto es un modelo prototipo para el registro de temperatura, así que se ha considerado realizarlo mediante la pantalla touch screen y el módulo IO-8TC con comunicación RS 485.

Y el estado de la memoria de la pantalla es de 4MB, 1MB para la aplicación, 2MB para la memoria de los registros y 128 KB para programación ladder.

3.2. DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL REGISTRADOR DE TEMPERATURA

Al diseñar un registrador de temperatura es importante tomar en cuenta el hardware y el software que se va a emplear para el diseño y gestión del mismo. HMI Studio, como se mencionó anteriormente es el software con el cual se programará las pantallas de operación para realizar el registrador.

El registrador esta formada por tres componentes: la pantalla HMI, el módulo de entradas de termocuplas y la comunicación entre ellos.

Para el desarrollo de la interfaz de monitoreo y control del sistema, se ha escogido el software disponible en la pantalla, ya que ésta cuenta con memoria de programación tipo ladder, esto a causa de su acceso de manera sencilla y versátil al puerto de comunicaciones de la PC, es decir el puerto serial de comunicaciones RS-232, además la forma amigable de presentar las características de programación para el desarrollo de cualquier aplicación que permita la recepción y/o transmisión de datos.

De tal forma, que, en la elaboración de cada una de las características constitutivas de la interfaz, se deben tener en cuenta cuestiones de seguridad, almacenamiento de información, opciones de visualización, acceso dinámico al detalle del estado de cada una de las entradas del módulo y dispositivos del sistema.

En el desarrollo del código del programa mencionado, se debe tener en cuenta la necesidad del análisis detallado de las entradas y la transmisión de cada uno de los canales a la pantalla HMI.

Finalmente, en el proceso de obtención de la temperatura, una vez que se tiene la información en forma decimal, se procede a la transformación de las unidades de temperatura a unidades reales, que para el caso vienen dadas en grados Centígrados o Fahrenheit, esto a través de pruebas obtenidas por medio de una tabulación que concluyó en aumentar una coma al valor que registra el módulo.

Determinada la forma en que la información es receptada en el módulo, se procede a la utilización de los parámetros necesarios para ser visualizados en pantalla, es decir, la temperatura y el número de canal; de tal forma que con dicha información, se logra la implementación de cada una de las pantallas de visualización de la interfaz implicada.

Una vez que se maneja ya la parte correspondiente a la adquisición de datos, entonces es posible acceder a la codificación de un programa en el cual se puedan apreciar todas las bondades del equipamiento adquirido, es decir, a través de la identificación de cada uno de los canales programados dentro de la pantalla, simplemente resta la presentación de la información receptada en las pantallas a las que el usuario final se prestará a usar.

El uso de varios displays de texto posibilita que se desplieguen en pantalla la información como el nombre de canales, además del dato de temperatura actual, los gráficos de los registros individuales, entre otras opciones.

3.2.2. LÓGICA DE CONTROL

La lógica de control del registrador se basa en el siguiente diagrama:

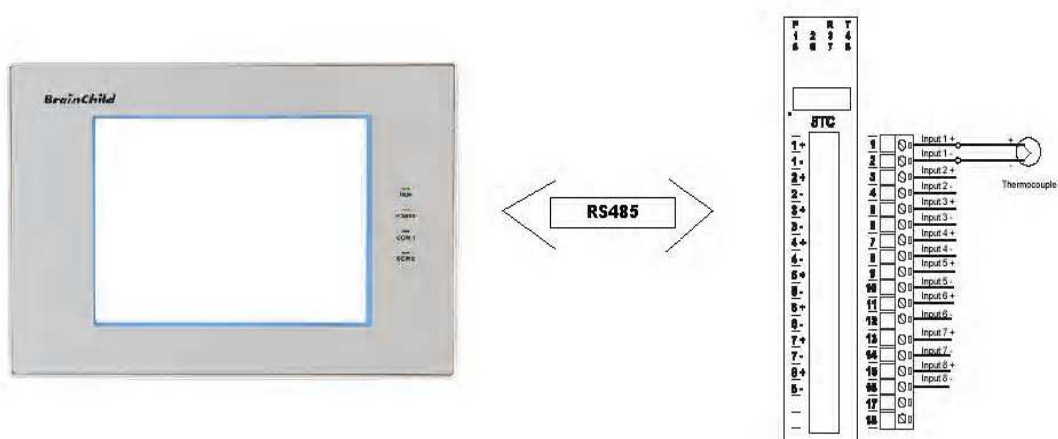


Figura 3.1 Lógica de control

Es decir la pantalla y el módulo tienen comunicación entre sí por el puerto RS485.

Las termocuplas sensan la temperatura envían los datos al módulo y el módulo a su vez hacia la pantalla en la cual el usuario podrá ver y operar las pantallas de los valores y gráficas de la variación de la temperatura de las termocuplas.

3.3. INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN LADDER

El lenguaje de programación que se utiliza es tipo ladder, y el software o la interfase de programación es el HMI Studio, la mayoría de instrucciones utilizadas en este caso son propias del lenguaje.

Dentro del software HMI Studio, se puede encontrar varios tipos de instrucciones, entre ellos esta: instrucciones de comparación, instrucciones matemáticas, de operación entre bits, instrucciones para temporizadores y contadores, instrucciones para control del programa, instrucciones de texto, de comunicación entre otras.

El nombre del archivo sobre el que se trabajo es el IO-8TC. Y el programa completo se encuentra en el Anexo 1.

Se debe tomar a consideración dentro de la aplicación ladder existen variables o tags que tienen relación con el módulo IO-8TC.

Con este conocimiento previo se puede empezar a detallar el programa.

La programación general de la HMI consta de varias hojas de programación tipo ladder, las cuales son:

Suma1 ReTe8

Suma2 ReTe8

Resta1 ReTe8

Resta2 ReTe8

Resta3 ReTe8

Update ReTe8

Alarmas

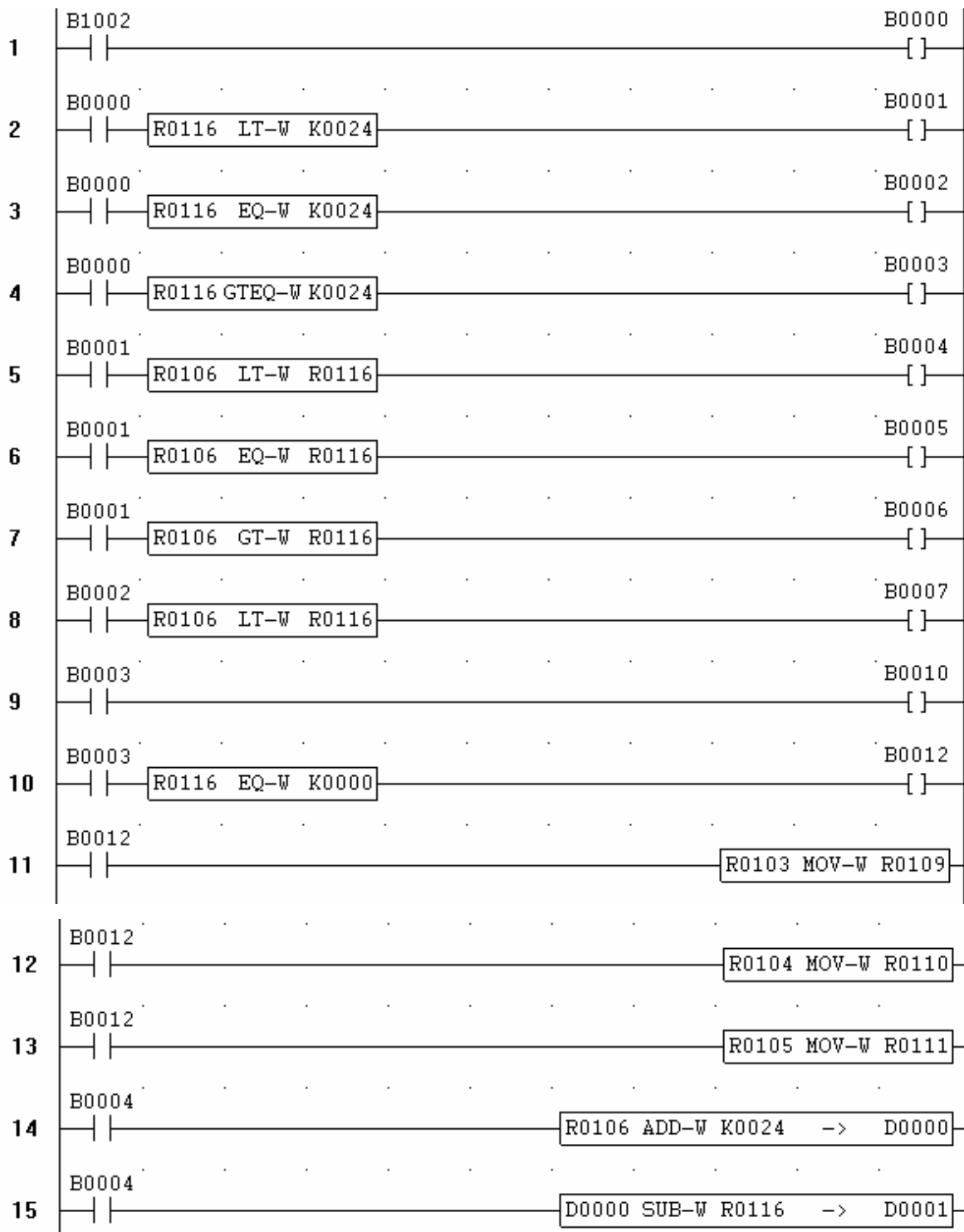


Figura 3.2 Sección de la lógica ladder para traslapos de tiempo

3.4. PANTALLAS DE OPERACIÓN

En la aplicación se tiene varias pantallas de operación a continuación se detalla cada una de ellas:

Pantalla Principal

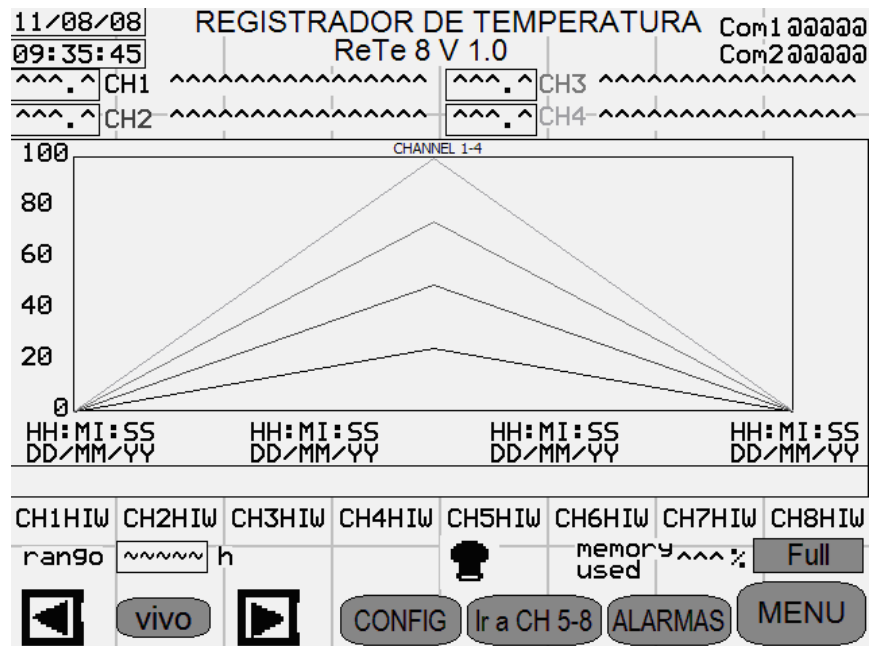


Figura 3.3 Pantalla principal del Registrador de Temperatura

En esta pantalla se observa el trend histórico de los cuatro primeros canales con sus respectivos valores reales instantáneos, los nombres de los canales, los traslapes de tiempo con su respectivo rango.

Menú

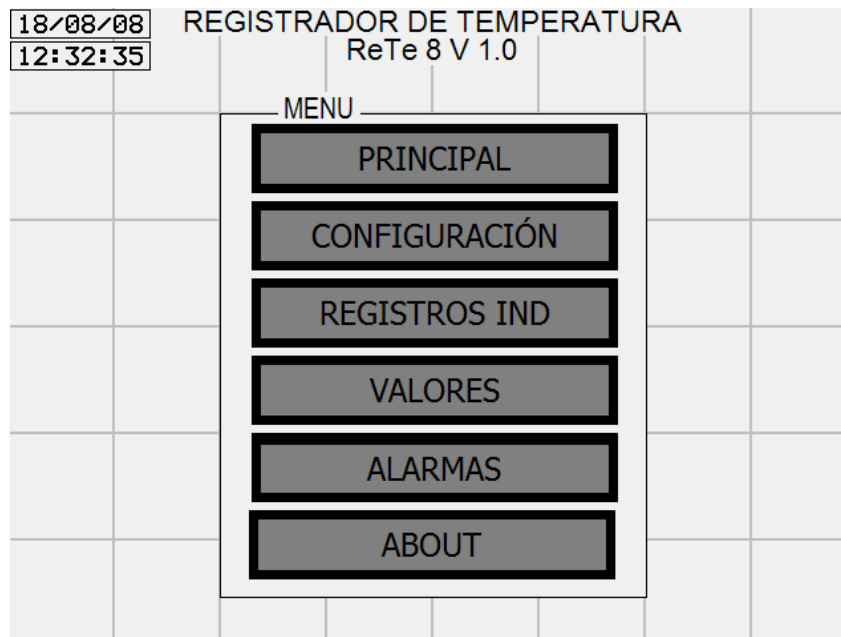


Figura 3.4 Menú del Registrador de Temperatura

En esta pantalla se observa el menú con todas las opciones que tiene el registrador.

Configurar Fecha

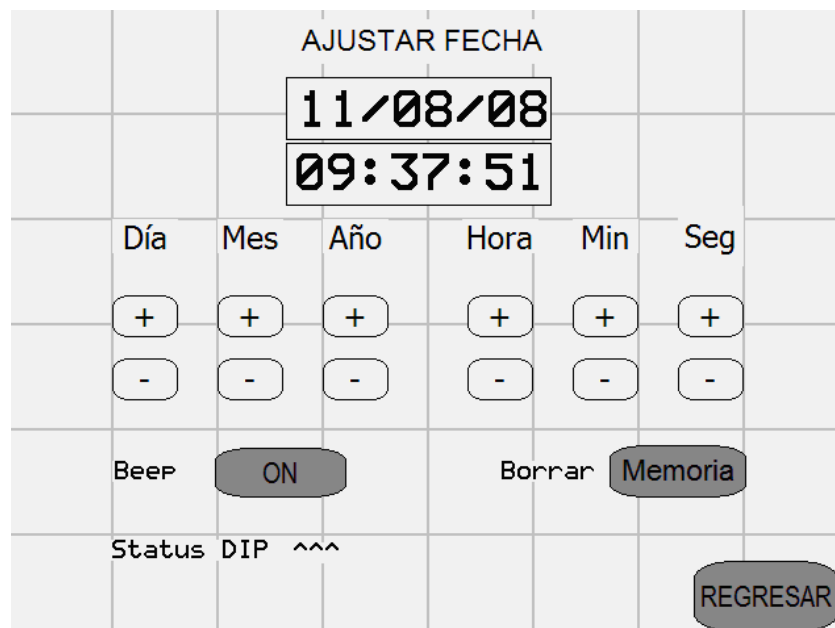


Figura 3.5 Pantalla Configurar Fecha

En esta pantalla se puede ajustar la fecha y la hora además el botón de prender o apagar el sonido de la pantalla, también se encuentra el botón para borrar la memoria.

Configuración Canal 1

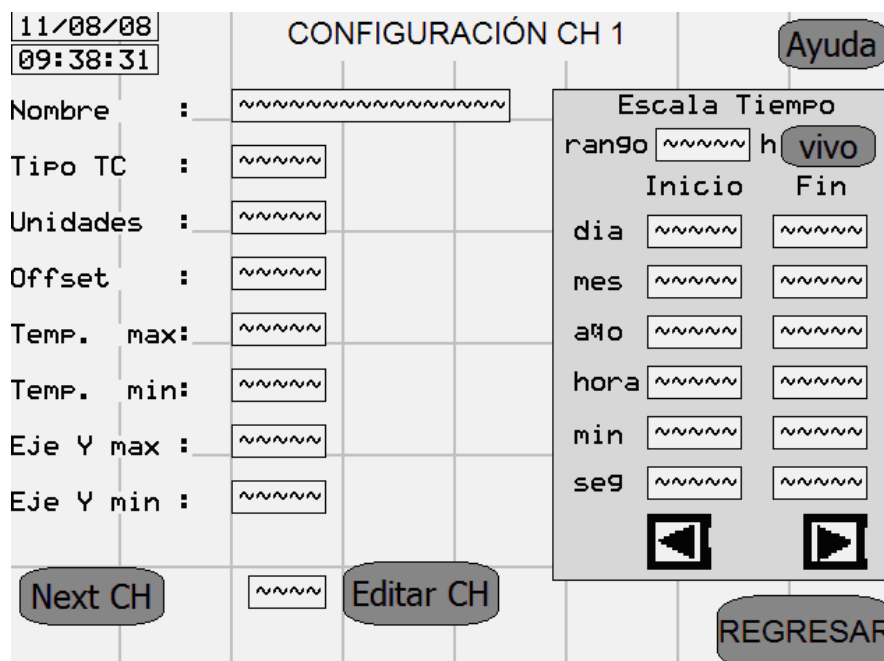


Figura 3.6 Pantalla Configurar Channel 1

En esta pantalla se puede escoger el nombre del canal, el tipo de termocupla, las unidades, el offset, que son parámetros generales para el resto de canales. La temperatura máxima y mínima para rangos de alarmas individual para cada canal. El eje Y max y el eje Y min para valores del trend histórico. Se puede escoger también la escala de tiempo que va a ser general para los ocho canales. La configuración para los canales del 2 al 8 se la hace de la misma forma que para el canal 1.

En esta pantalla se puede observar todas las alarmas que han ocurrido en el registro de las temperaturas.

Trend Histórico individual

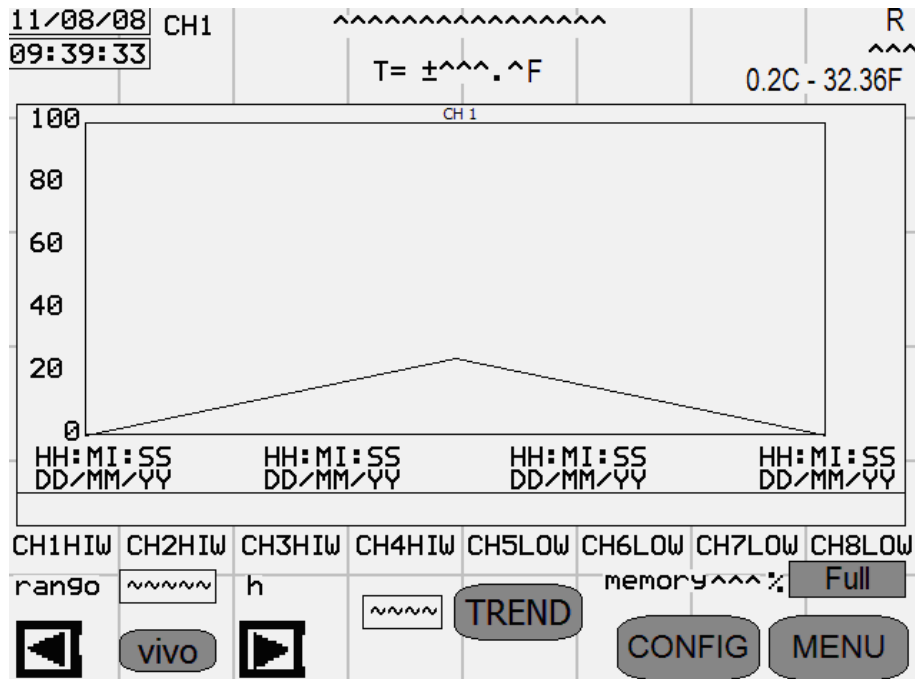


Figura 3.9 Pantalla de Trend histórico individual CH1

En esta pantalla se visualiza el trend del canal 1 CH1 con su nombre, tipo de termocupla, unidades, y exactitud de la medición, también se tiene los traslapes para retroceder o adelantar las horas.

De la misma manera se observa para los canales del 2 al 8.

Borrar Memoria

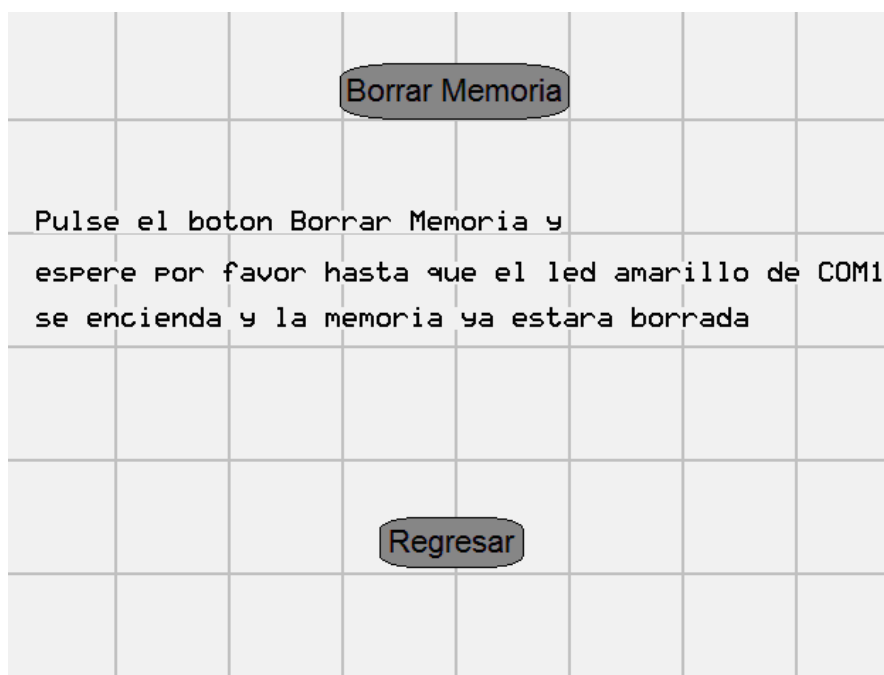


Figura 3.10 Pantalla Borrar Memoria

Esta pantalla sirve para borrar la memoria cuando la memoria del registrador este completa.

Ayuda

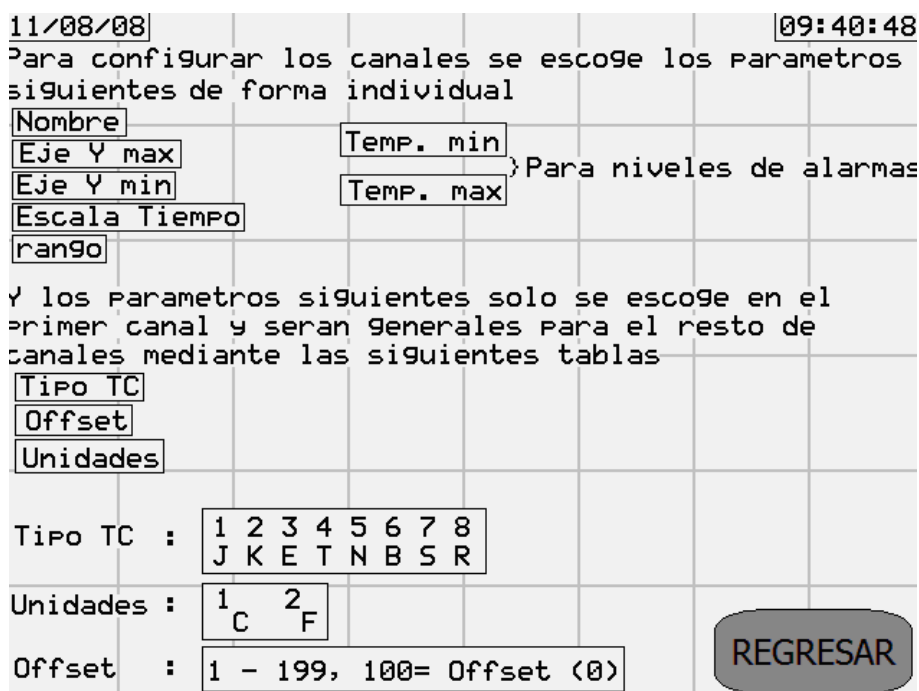


Figura 3.11 Pantalla de Ayuda

En esta pantalla se puede observar como se debe configurar los parámetros del registrador.

Configuración Pantalla Principal

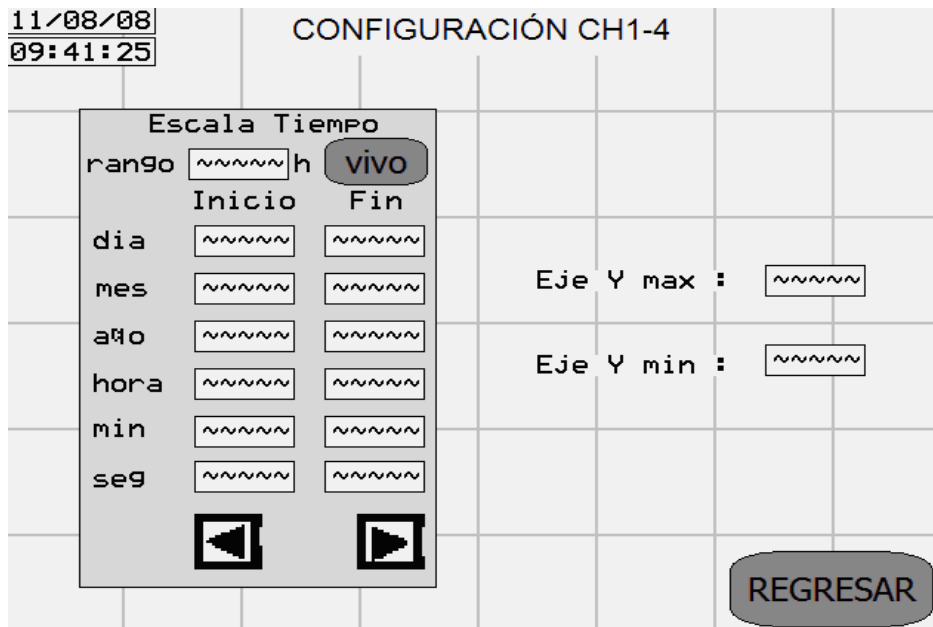


Figura 3.12 Configuración Pantalla Principal

En esta pantalla se puede configurar las escalas de los ejes del trend de la pantalla principal así también como la escala de tiempo.

También se tiene una pantalla igual para configurar la pantalla del trend de los canales 5-8.

Valores

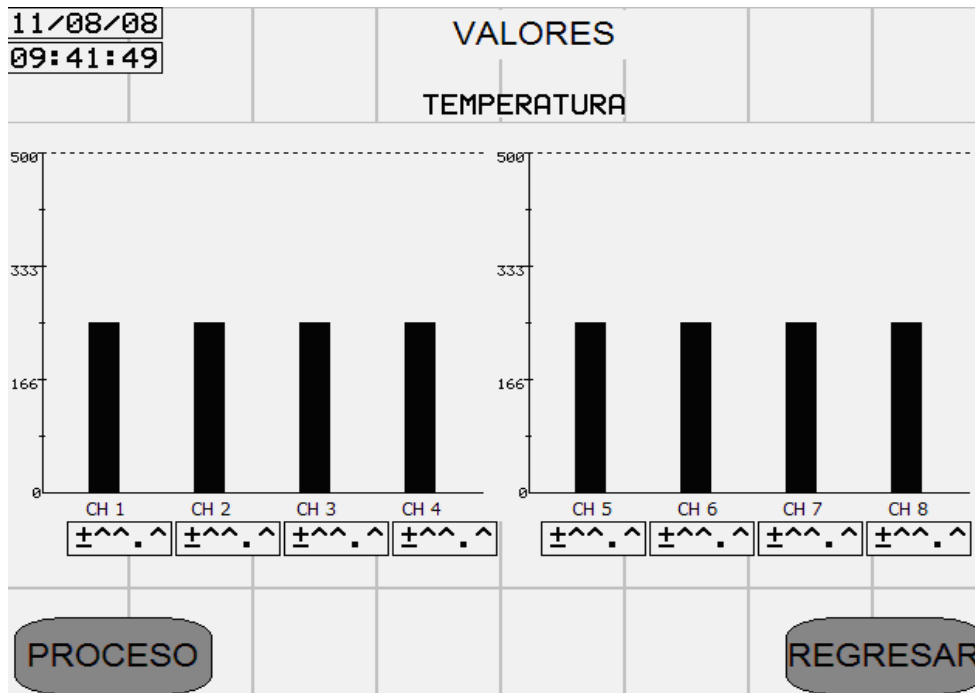


Figura 3.13 Pantalla Valores

En esta pantalla llamada Valores se muestran en forma gráfica como barras los valores reales de cada canal.

Proceso

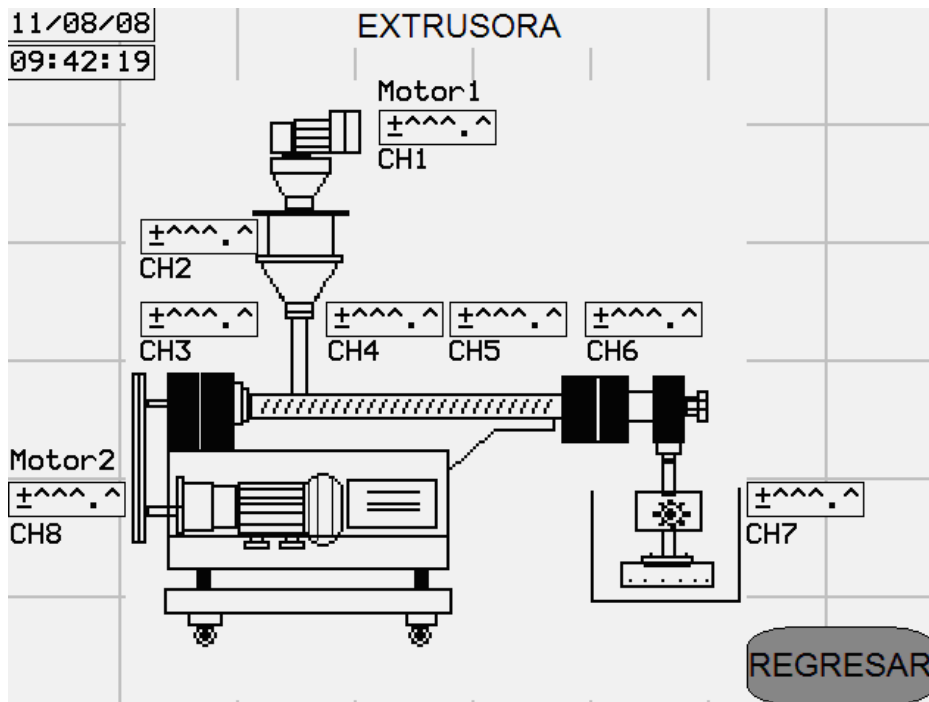


Figura 3.14 Pantalla Proceso

En esta pantalla se ha realizado un mímico de un proceso industrial en este caso el registro de las temperaturas de una extrusora.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

Una vez que se ha constituido toda la infraestructura del registrador, el equipo de adquisición de la información y la parte dedicada al monitoreo de la variable Temperatura, con la configuración de la interfaz en la cual se visualiza el desempeño del registrador y se realiza desde una estación, en este caso una pantalla, el control y monitoreo; es entonces que se puede realizar una serie de pruebas.

De tal forma que se somete a las termocuplas a ciertas alteraciones sobre la variable Temperatura, es decir, se manipula de manera aleatoria, subiendo o bajando dicha variable.

Dichas alteraciones se ejecutan para verificar que el Registrador conste de parámetros de funcionamiento típicos para ser aceptados en áreas industriales; parámetros entre los que se puede enumerar:

- Velocidad de Respuesta
- Exactitud
- Ambiente de Instalación
- Entre otras...

De cada una de las características enumeradas, su cumplimiento se lo verifica con las pruebas y alteraciones a las que se expuso al registrador, a continuación se presenta de forma detallada las mencionadas pruebas.

En primer lugar, por razones de operación, el tiempo de respuesta del módulo, frente a cambios bruscos en la variable a la que están sujetas las termocuplas, es primordial para determinar cuan útiles pueden ser en caso de situaciones de emergencia dentro de un área específica de operación. La verificación de este ítem se obtiene mediante la alteración de manera abrupta sobre la temperatura, dicha alteración puede ser llevada a cabo a través de instrumentación externa, ya sea un calefactor o un simple vaso de agua fría, y usando mediciones alternas con termómetros ambientales; de tal manera que cambiando drásticamente el valor de la temperatura en una termocupla específica, la Velocidad de Respuesta puede ser comprobada a dos niveles, es decir, es dependiente de la velocidad de lectura a la que esta programada la interfaz de Monitoreo y Control implementada, que para el caso depende de un temporizador que determina la frecuencia de adquisición.

En segundo lugar, depende también de la velocidad de transmisión a la que se encuentran configurados los puertos ya sea de recepción como de transmisión, es decir el parámetro que se determina al momento de realizar la compilación y programación del módulo de entradas, ajustada a un valor típico, por características de los equipos, de 9600 Kbps, lo que influye directamente en esta velocidad de respuesta sobre todo en lo referente a la medición del parámetro.

Debido a la programación de la interfaz, la información es adquirida y desplegada en pantalla, en este caso por medio de la gráfica, y su tiempo de respuesta es idéntico al cambio que se observa en un termómetro Ambiental normal, de tal forma que su capacidad para recibir y denotar el cambio en el parámetro es considerablemente suficiente para el ambiente en el que se desarrolla, es decir, dentro del ambiente industrial, su velocidad de respuesta frente a un cambio en la temperatura es más que bueno para realizar el monitoreo

y control en caso de sobrepasar el valor permitido de operación para niveles de alarmas.

Para la parte concerniente a la exactitud, depende del hardware que constituye el módulo de entrada y tiene una exactitud de 0.2°C .

Obviamente la adquisición de la información y su velocidad están directamente relacionadas con el tamaño de la memoria de la pantalla, es decir, respecto al número de canales que se posea.

Otra de las características importantes que deben ser descritas, para el caso del presente proyecto, es el área de desenvolvimiento del registrador, y los factores que intervienen en él.

El malfuncionamiento de la comunicación del módulo hacia la pantalla podría causar cambios muy significantes.

4.2. INFORME DE COSTOS

Implícito en la realización y desarrollo del proyecto que se presenta en el documento, se encuentra la inversión económica, tanto para la adquisición de los equipamientos como para la implementación de la parte práctica, generación de información y fuentes de apoyo del sistema.

Esta sección del documento presentará un informe detallado de los materiales necesarios para la culminación del mismo, es decir, los distintos materiales usados tanto en la implementación como en la documentación, así como los medios de información utilizados.

Como base de la implementación, serán la pantalla y el módulo de entradas el equipamiento industrial esencial para la culminación del proyecto.

A continuación se muestra el listado de los mencionados equipos y dispositivos, así como sus costos de mercado.

Materiales	Cantidad	Código	Valor Unitario	Valor total
Pantalla HMI 601S Brainchild	1		\$650,0	\$650,0
Tablero	1			\$97,50
Switch dos posiciones	1	CA		\$5,0
Módulo IO-8TC Brainchild	1	BC-IO-8TC	\$262,0	\$262,0
Bornera amarilla	12	EURO 4	\$0,75	\$9,0
Bornera gris	12	EURO 4	\$0,75	\$9,0
Fuente Mean Well 24 V	1	ME-DR4524	\$75,0	\$75,0
Porta fusible Sieger 1 polo	1	10x38	\$5,40	\$5,40
Porta fusible 110 V Beige	1	KL F8	\$3,60	\$3,60
Porta fusible 24 V Beige	1	KL F8	\$3,60	\$3,60
Fusible 6 A	1		\$0,40	\$0,40
Fusible 1 A	2		\$0,30	\$0,60
Tope Beige	8	KL-EB35	\$0,75	\$6,0
Angulo Soporte 45 Grados	2	KL-ASB	\$2,0	\$4,0
Riel Din 15 cm	2		\$1,50	\$3,0
Termocupla Tipo J Rin 10mm	2	DW 1498	\$32,0	\$64,0
Bornera amarilla-verde tierra	1	KL- Y/GT8 DIN/G	\$3,50	\$3,50
Cables varios de conexión 16	4 m		\$0,40	\$1,60
Cable para termocupla	1m		\$2,40	\$2,40
Tapa Beige	1	EC F8	\$0,75	\$0,75
Preonso estopa	1	PG 21	\$3,50	\$3,50
Preonso estopa	1	PG 13.5	\$3,0	\$3,0
Canaleta Plástica 15x20	1m		\$4,30	\$4,30
Tope gris para riel din	1	EB EURO	\$1,25	\$1,25
Tapa Gris	1	EB EURO	\$0,75	\$0,75
Conector Male DB9	1		\$1,75	\$1,75
Ferrules varios	60		\$0,05	\$3,0
Sub Total				\$1223,90
Sub Total 12% IVA				\$146,868
TOTAL				\$1,370,768

Tabla 4.1 Descripción de materiales utilizados y costos

Equipo Implementado

La figura 4.1 muestra el equipo ya implementado en un tablero industrial.



Figura 4.1 Equipo implementado y conexiones

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos durante la serie de pruebas realizadas sobre la implementación se ha logrado determinar algunas de las características como las mencionadas en la sección anterior; se ha podido determinar que los datos mostrados son fieles a la realidad y tienen la verificación adecuada a través del hardware utilizado.

Una vez probados, verificados y en uso constante, la vida útil de cada uno de los dispositivos va formando una malla segura y confiable para mantener el completo control sobre una variable, que en el presente proyecto es la temperatura, y lo que permite es la opción sobre la generación de un sistema completo de acción para mantener en operación un área destinada a trabajo a niveles industriales, verificando con la serie de pruebas realizadas que puede o no causar variaciones, afectaciones o errores del conjunto, es decir del registrador en sí.

Las distintas alteraciones en el tiempo y la generación de un historial gráfico, en el caso de la opción de visualización presente en la interfaz desarrollada, permiten un análisis genérico de lo que se ha ido sucediendo, de tal forma que por medio de la mencionada opción se admite la permanencia de bases de datos.

Se debe mencionar que el registrador se realizó para ambientes industriales y de constante funcionamiento por tal razón el registrador debe estar alimentado siempre; debido a que es un prototipo cada vez que se desconecte de la alimentación debe ser borrada su memoria para continuar registrando los datos en las gráficas de los trends históricos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La planeación, desarrollo y culminación a través de pruebas y los distintos análisis realizados sobre el presente proyecto han causado la generación de elementos de juicio que permitirán al lector del documento tener en cuenta ciertos parámetros de referencia, esto al tratar con este tipo de tecnología.

De lo mencionado, se puede afirmar que entre los principales motivos de fallas y errores de este tipo de equipamiento, está la falta de familiarización con sus principales principios de funcionamiento de allí que, una exhaustiva y comprensiva lectura de los manuales de operación facilitarán su comprensión.

Por lo tanto, a continuación se enlista una serie de conclusiones obtenidas de la manipulación de los equipos, de su operación y trabajo, obtenidos mediante la experimentación y la implementación del presente proyecto de tesis:

- El desarrollo del presente proyecto está basado en el uso de componentes de optima calidad y garantía, lo que hace que su diseño e implementación sea lo suficientemente apto para trabajar en ambientes industriales cumpliendo con las especificaciones propuestas para su funcionamiento.

-
- Se implementó un registrador de temperatura mediante Software HMI Studio, pantalla táctil y módulo de entradas de termocuplas 8 canales, marca BrainChild aplicado para procesos industriales.
 - La exposición de los equipos sin las protecciones necesarias, como lo son los fusibles, a condiciones adversas, pueden producir fallas operativas como el no encendido de los mismos, o lecturas erróneas.
 - Debido a la versatilidad del software de la pantalla HMI y los medios de comunicación se puede realizar un sistema completo de control y monitoreo por medio del módulo de entradas de termocuplas. Comunicando a sistemas independientes y de funciones variadas a un solo control.
 - Se diseñó los algoritmos de control mediante la utilización de lógica ladder presente en la pantalla que hace que el control y monitoreo se lo realice sin necesidad de incrementar más dispositivos.
 - En un lazo de comunicación se debe configurar correctamente el puerto de comunicación tanto del dispositivo HMI y del dispositivo de entradas. Los parámetros a configurar son:
 - Velocidad
 - Paridad
 - Bits de Datos
 - Bits de Parada
 - Para integrar el módulo de entradas y el control en la pantalla ha sido necesario mantener el protocolo de comunicación Modbus ASCII.
 - En este proyecto se utiliza una pantalla táctil, y software de programación HMI Studio, que han hecho posible conseguir los resultados deseados en cuanto a la lógica de programación para que esta se ajuste al proceso con un desempeño elevado.

- La interfaz HMI, en este caso la Touch Screen, permite manipular el proceso de manera comprensible al usuario, que hacen que el proceso funcione de una manera muy sustentable, sencilla e interactiva.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe planear una etapa de familiarización con el equipamiento, meditando en su estructura la lectura, análisis y comprensión de cada una de las hojas técnicas y manuales de operación tanto del Software como del Hardware con los cuales se esté trabajando.
- Tener en cuenta cada una de las indicaciones de riego del equipo recomendados por el proveedor, esto para evitar un posible daño en el funcionamiento de los equipos.
- La planificación para llevar a cabo el diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo, en este caso un registrador, se debe dar desde el punto de vista de la adquisición de equipos, tiempo de instalación, y contratiempos que se pueda dar en la ejecución del proyecto para así evitar pérdidas de tiempo innecesarias.
- Toda instalación de equipos debe contar con sus respectivas protecciones y fusibles.
- Se recomienda el estudio detenido de los puertos de comunicación para evitar problemas.
- En el momento del diseño se debe tener en cuenta cada uno de los detalles que posee los equipos periféricos, para que un sistema de control se adapte fácilmente y no lleve a contratiempos por cualquier mala disposición de equipos no realizada antes del diseño.

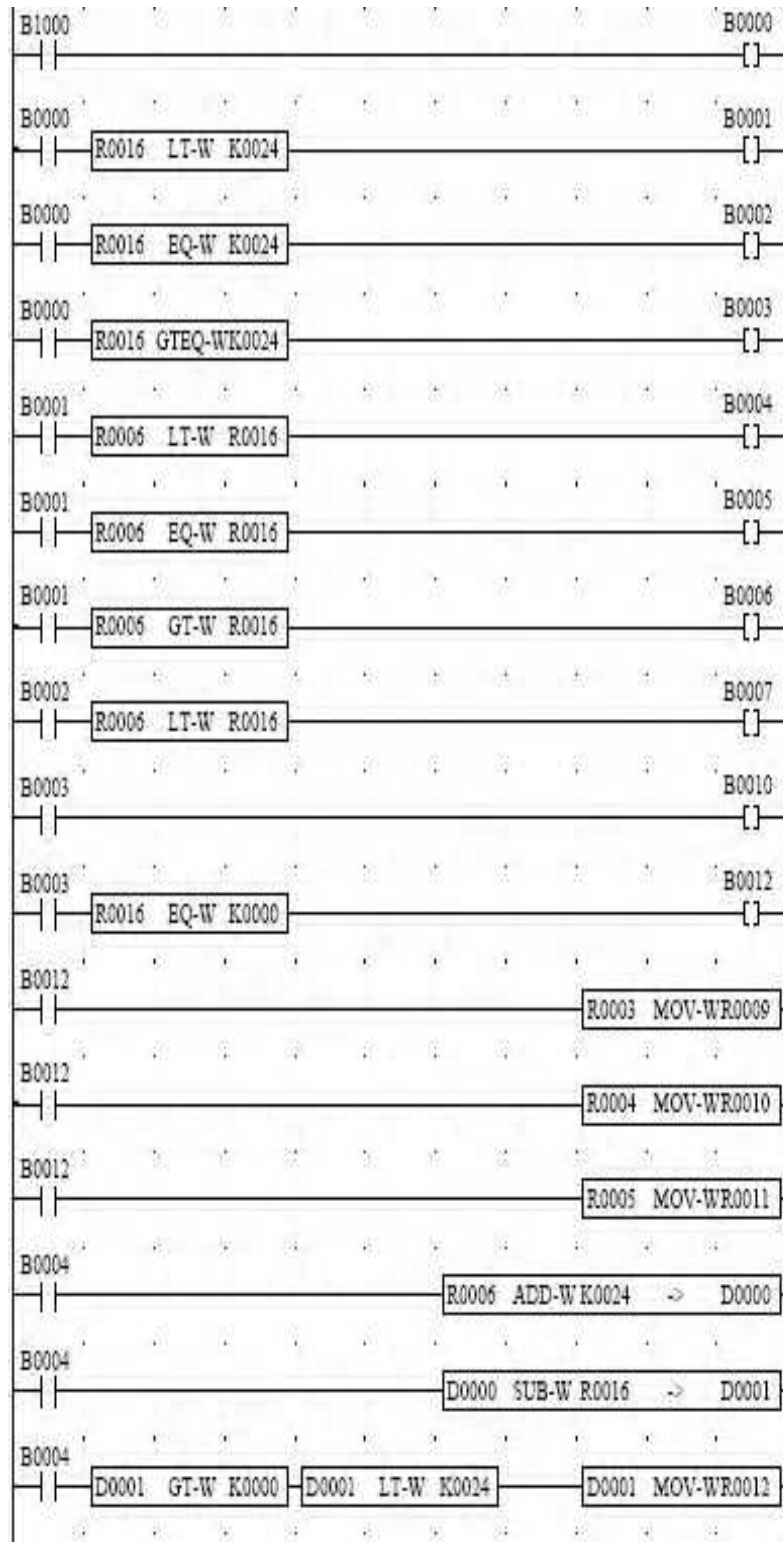
- De la comunicación del módulo hacia la pantalla, se puede recomendar, que si los cables de comunicación no están bien conectados la comunicación se pierde hasta que se conecte correctamente.
- Al descargar la aplicación se debe tener en cuenta que se descarguen todos los componentes que son: Aplicación, Firmware, Ladder. Debido a que si no esta todo esto descargado la comunicación entre el módulo y la pantalla no se realiza.
- Debido a que el registrador es el primer prototipo se recomienda para su uso, siempre tenerlo energizado en las horas de trabajo que se vaya a utilizar. O de caso contrario borrar la memoria después de que haya sido encendido.

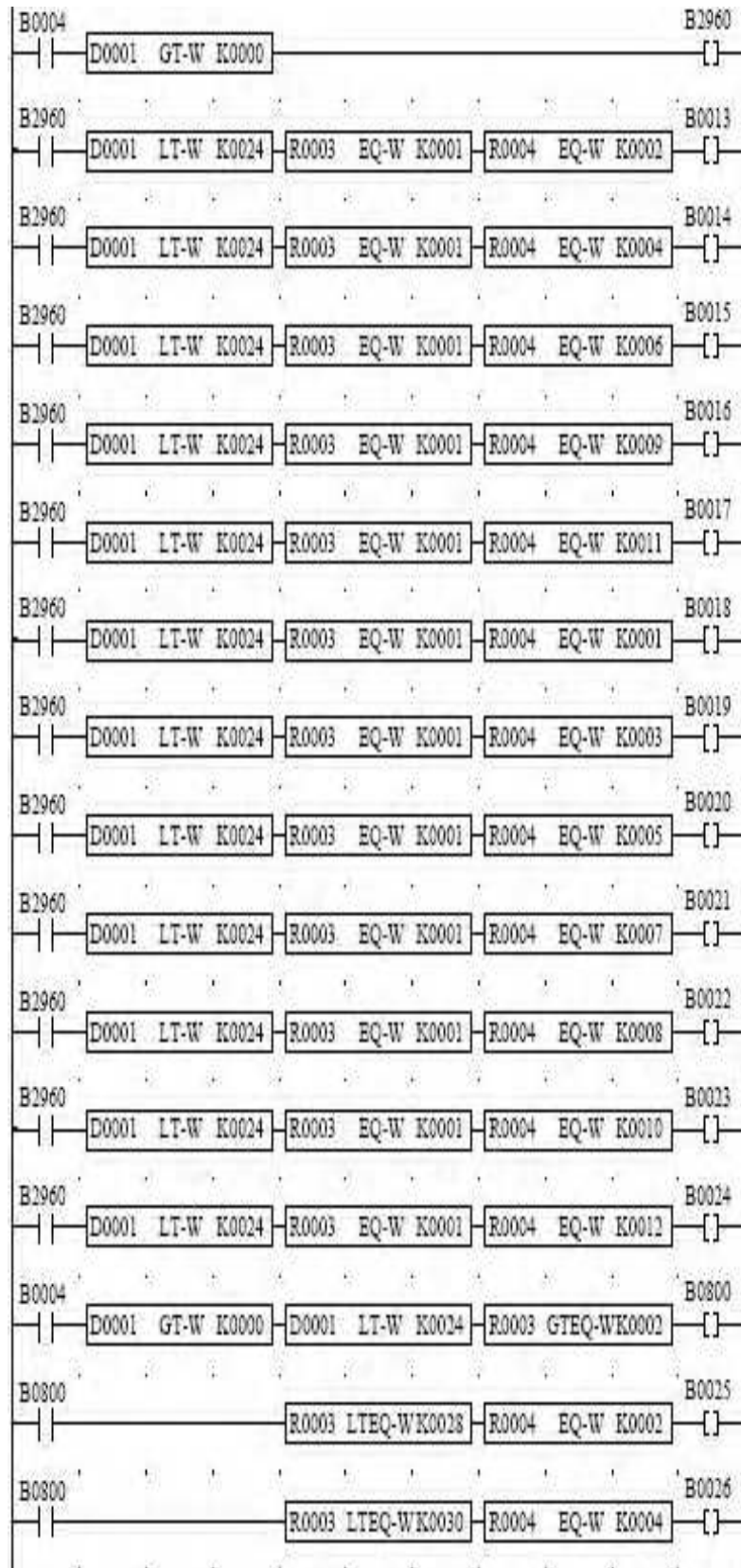
ANEXO 1

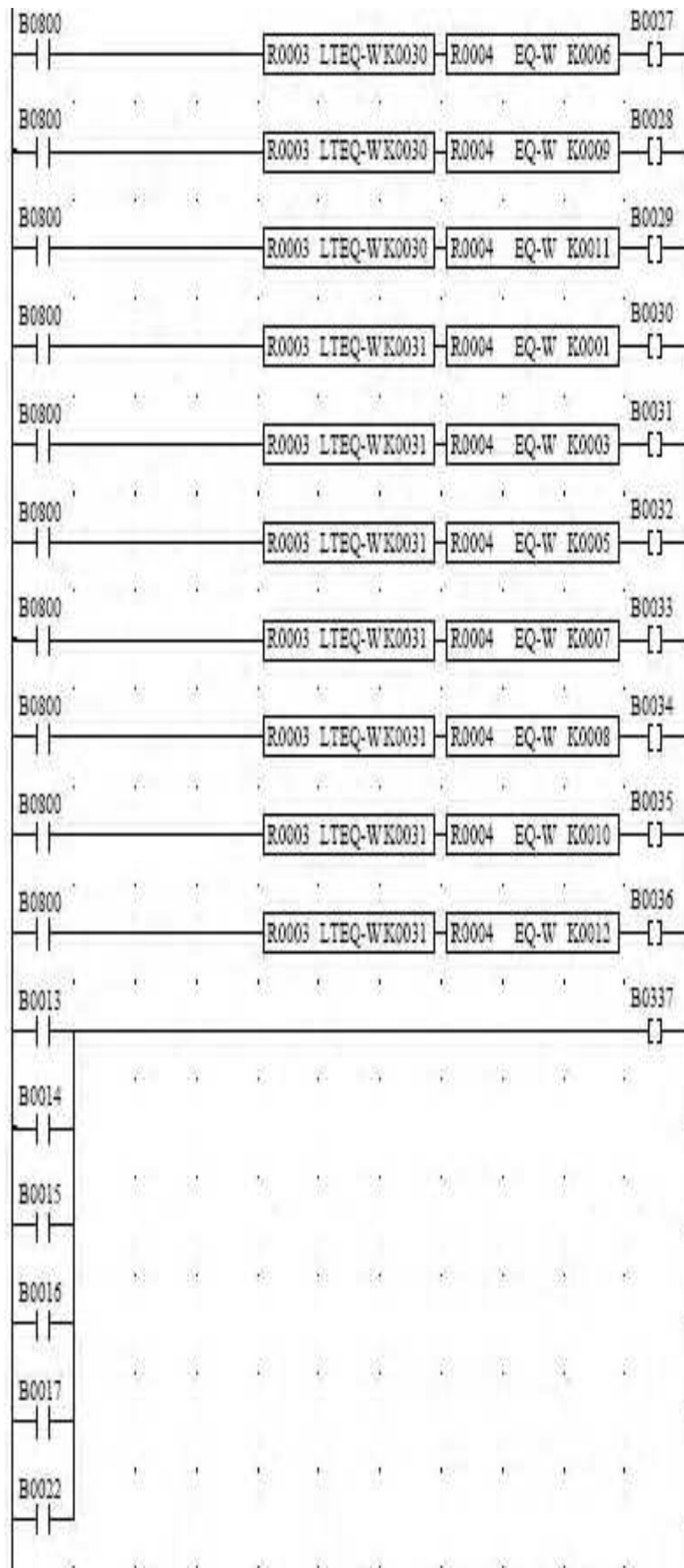
CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA HMI

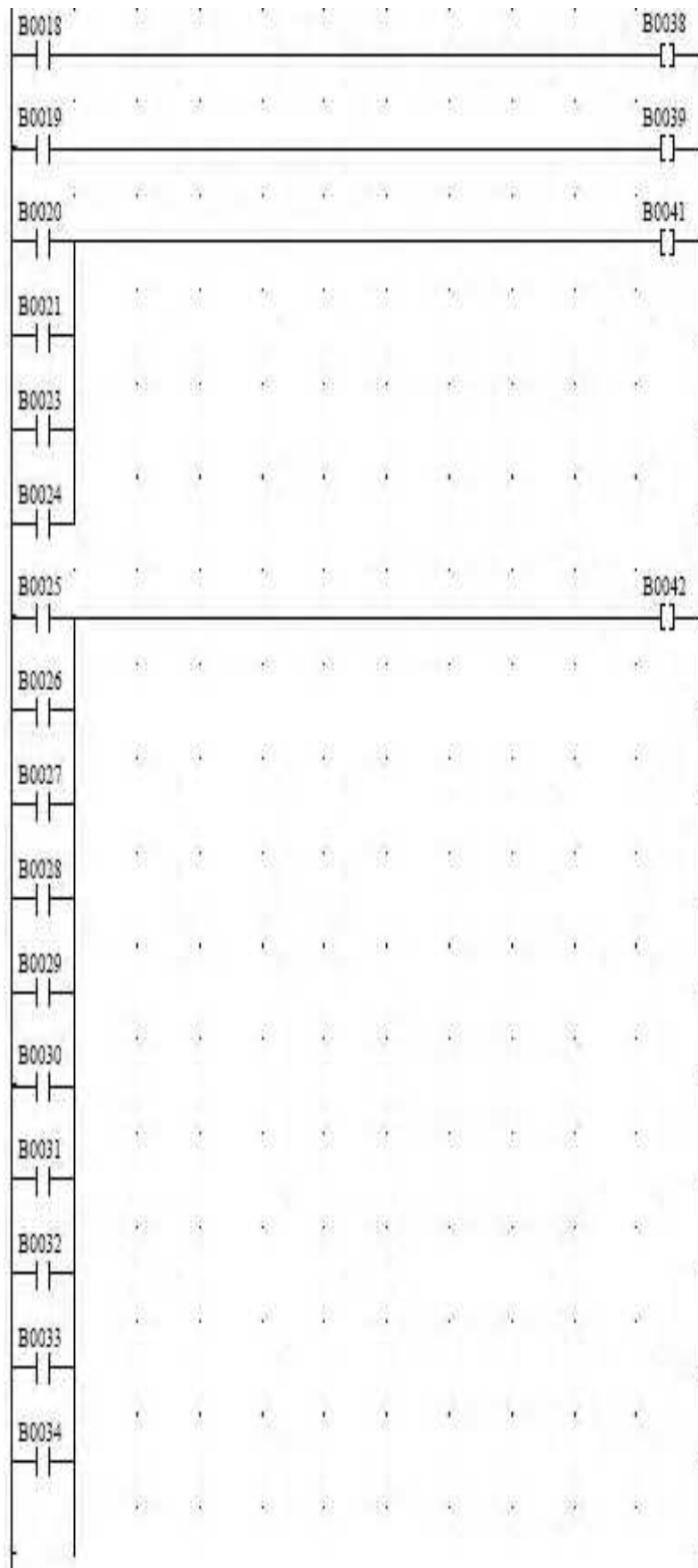
Código de Programación

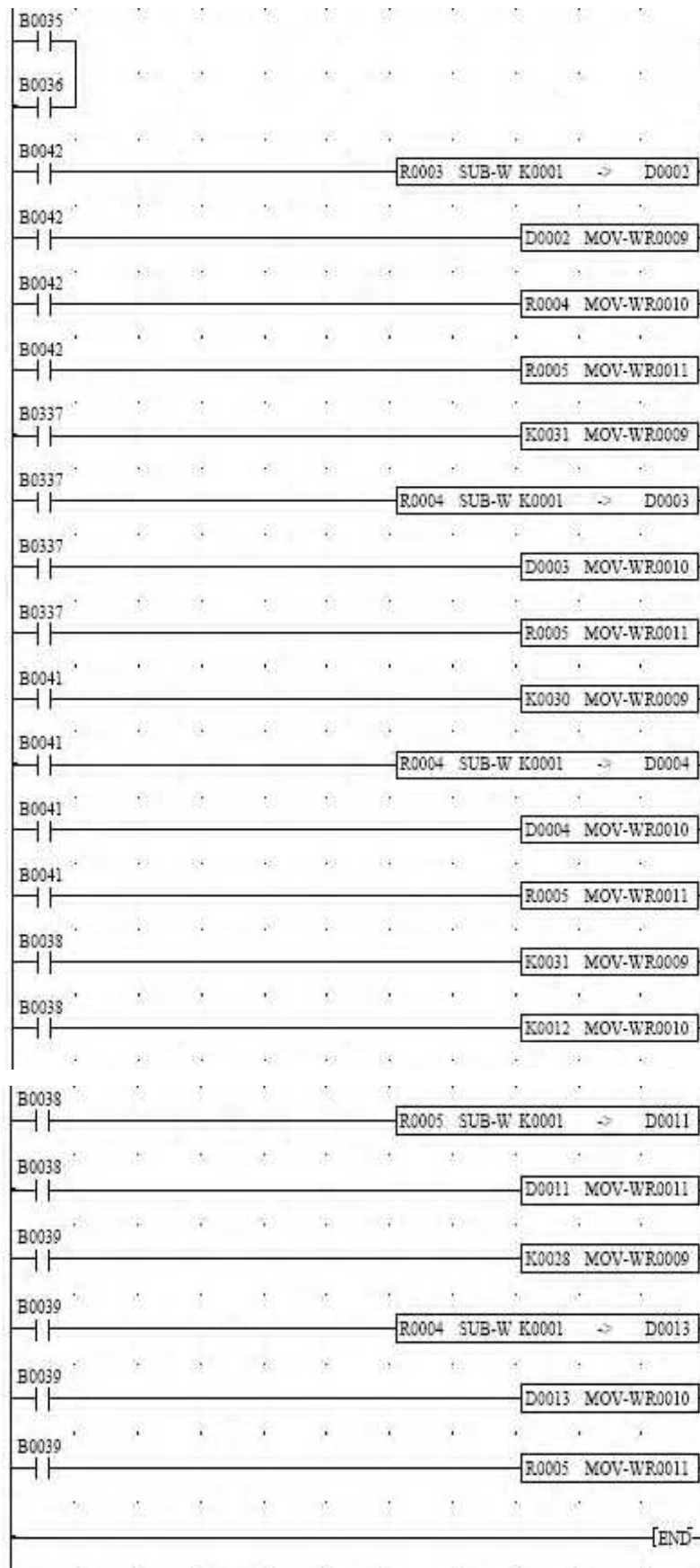
Resta 1 ReTe

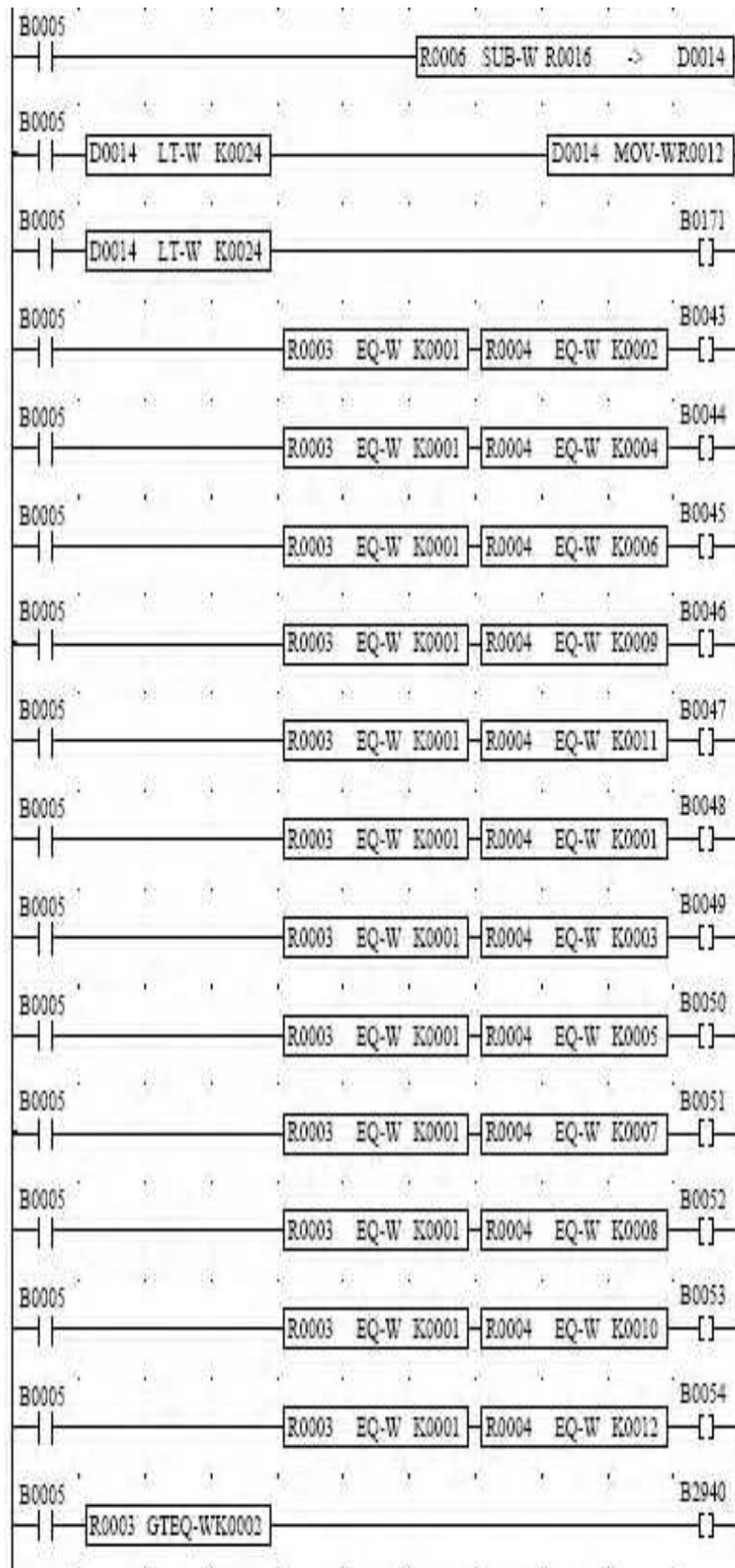


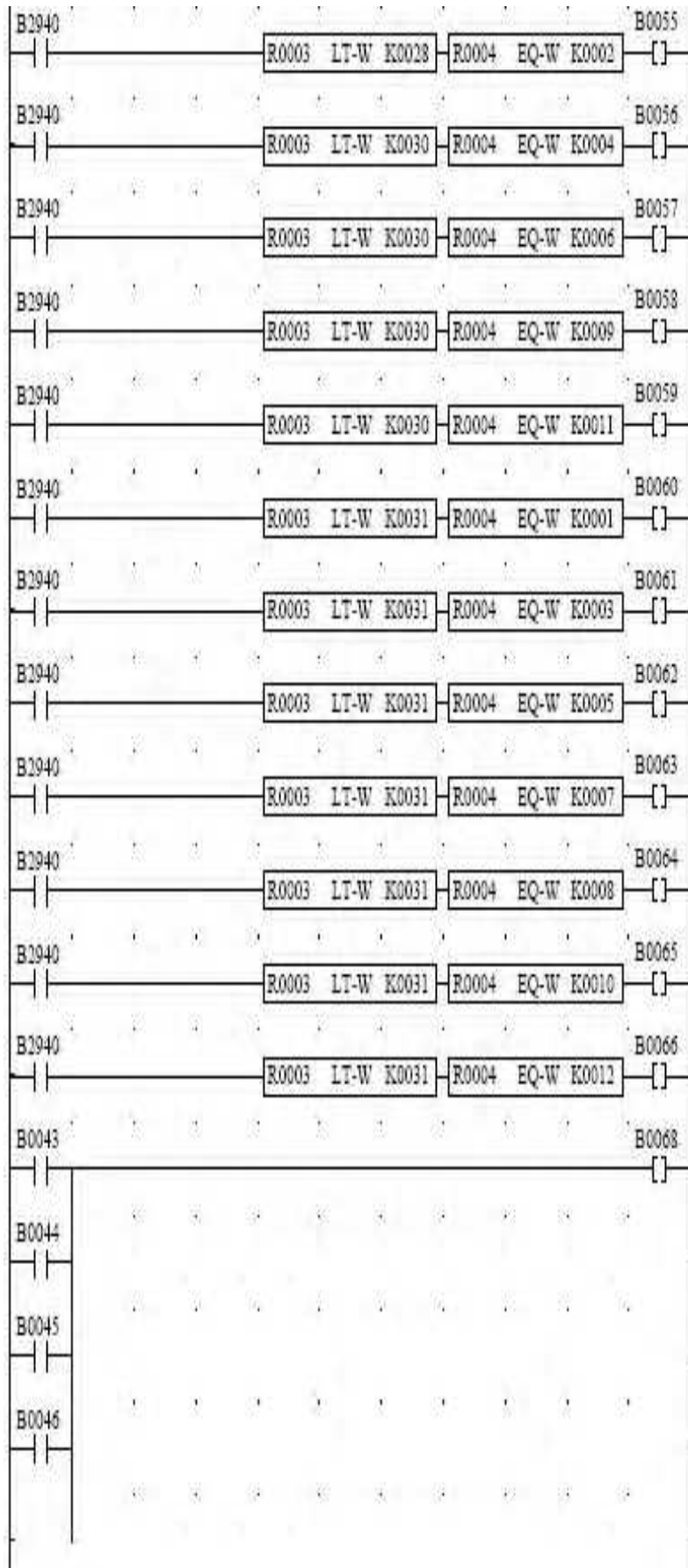


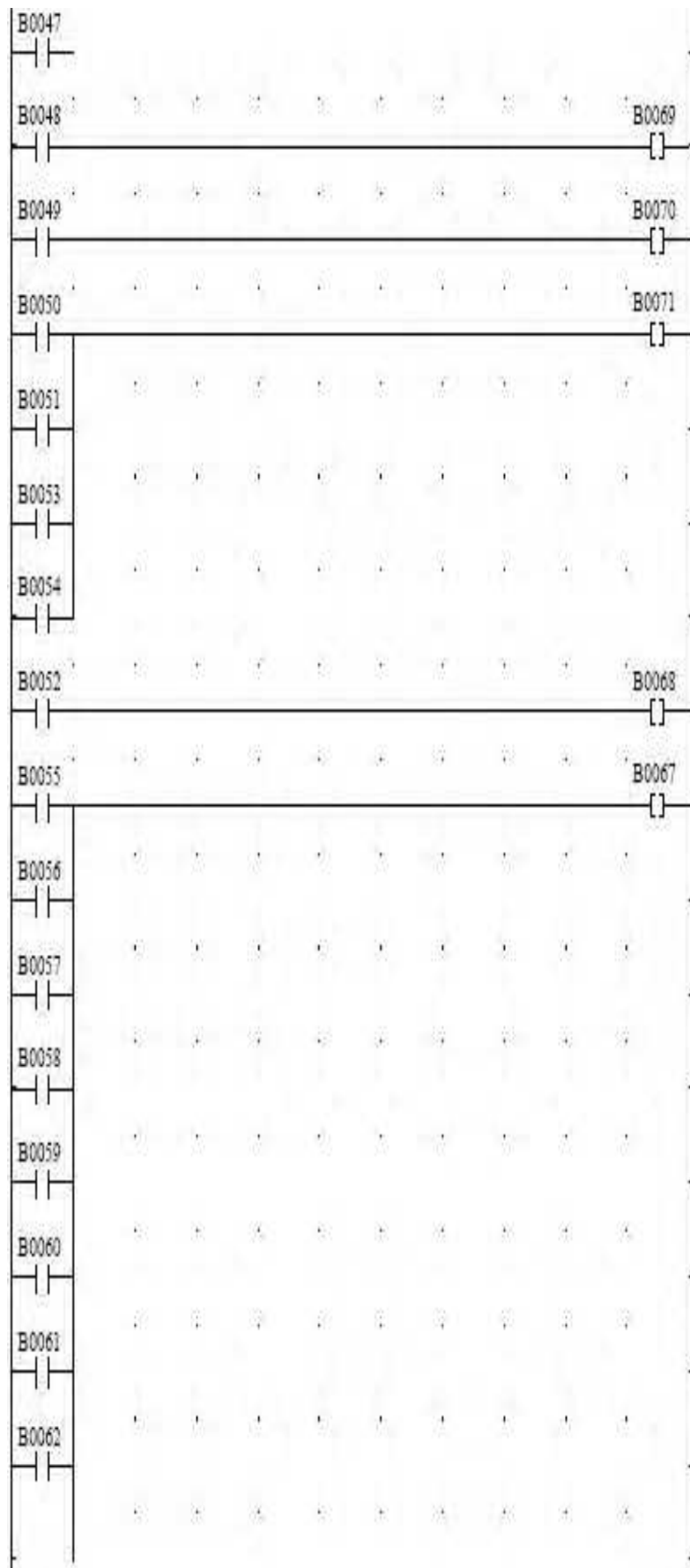


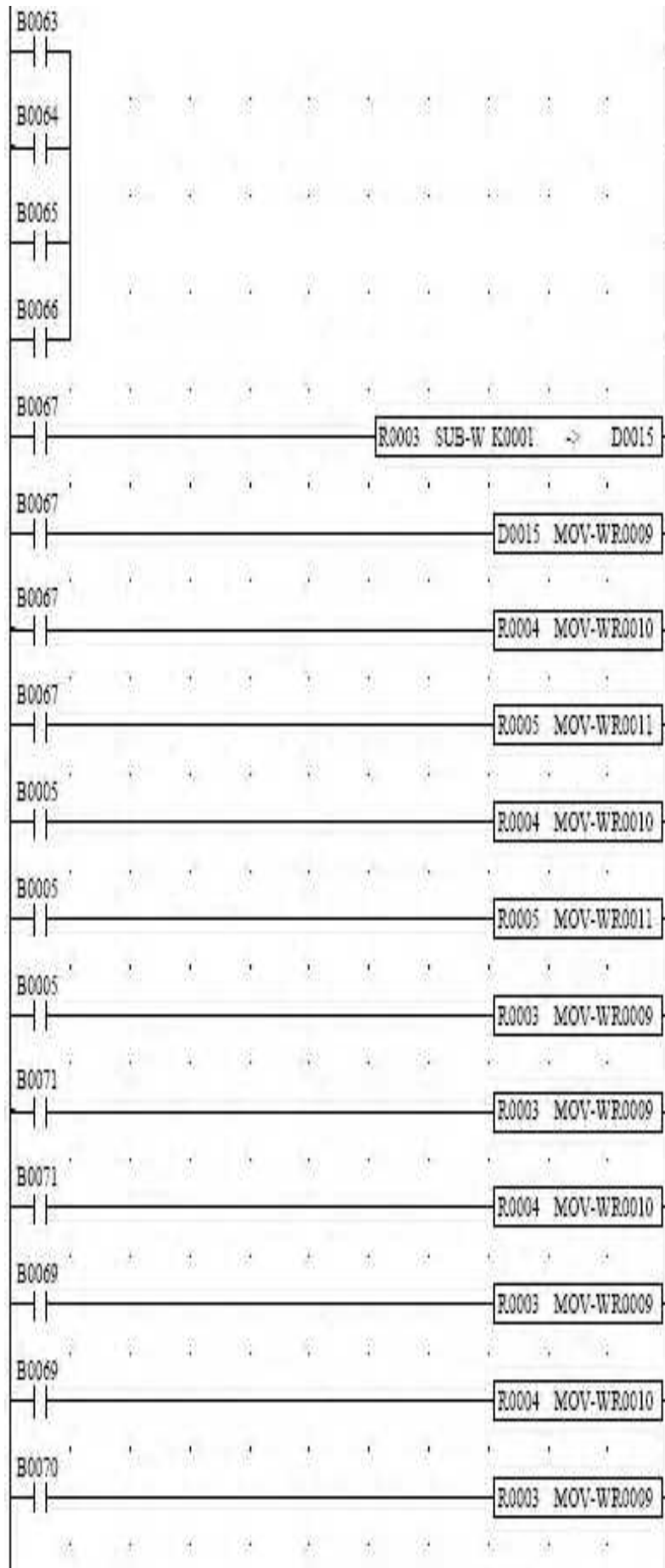


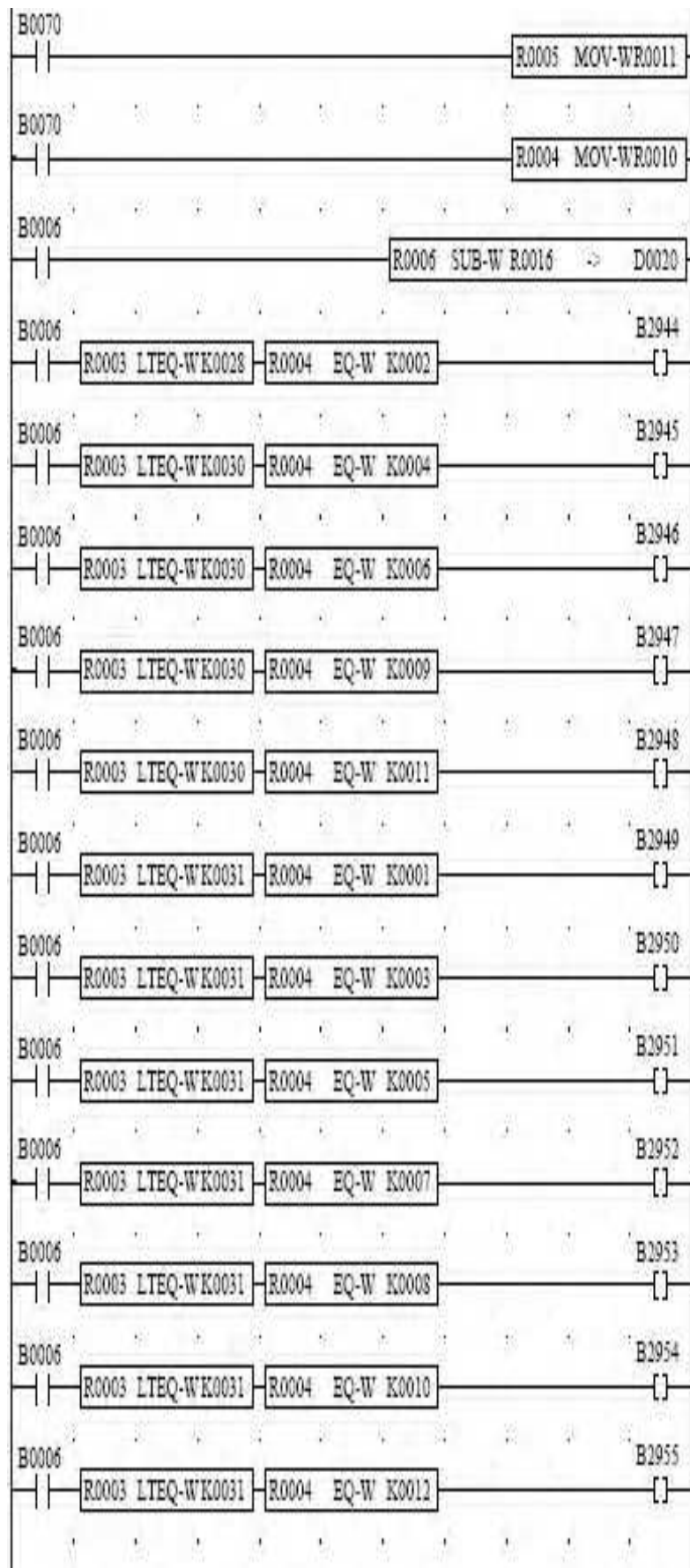


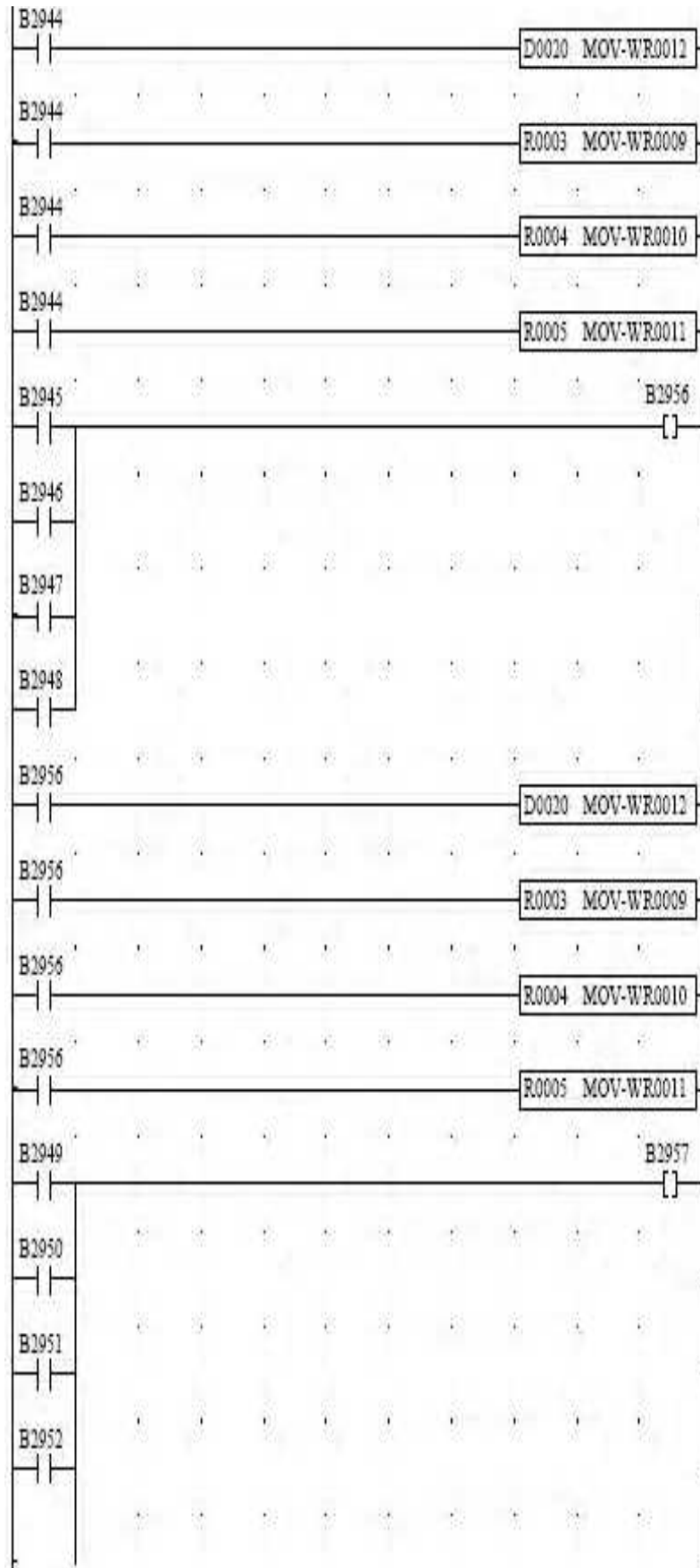
Resta 2 ReTe

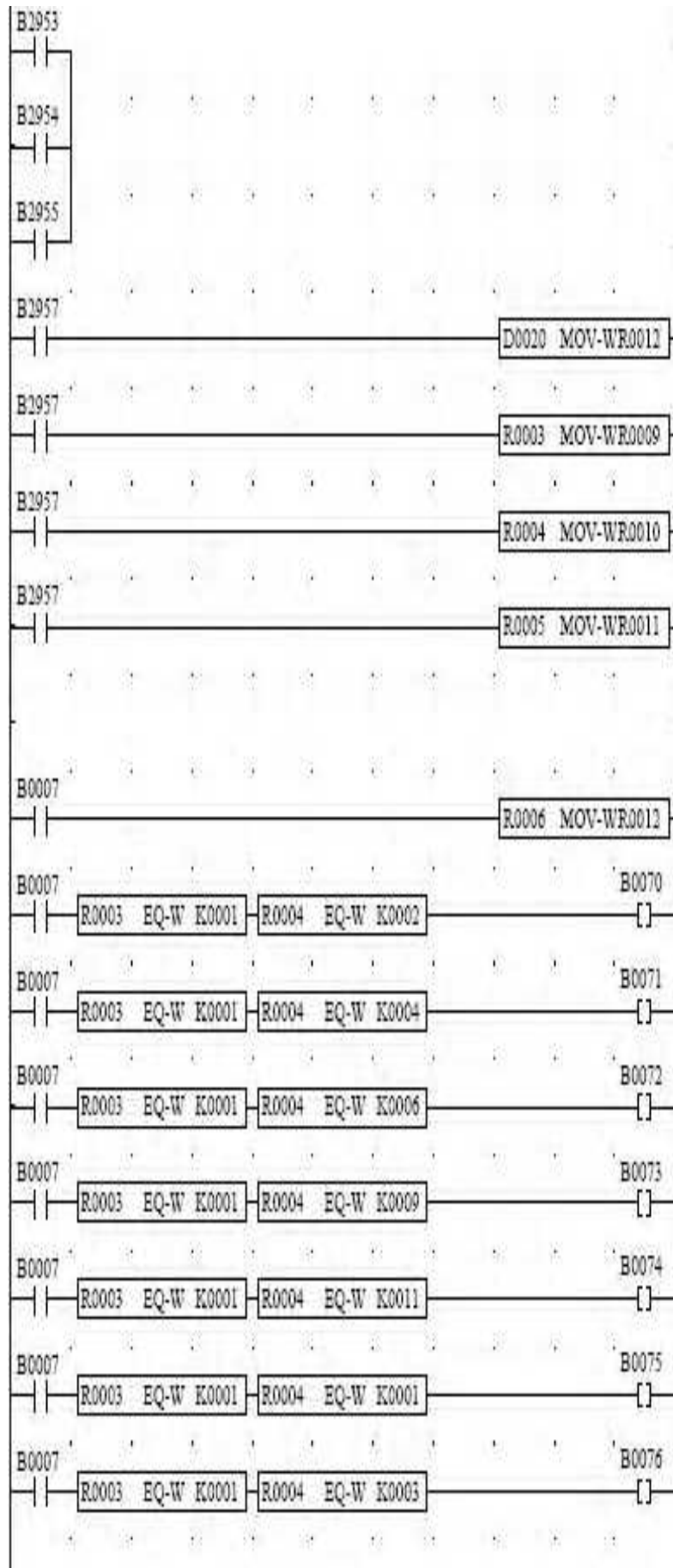


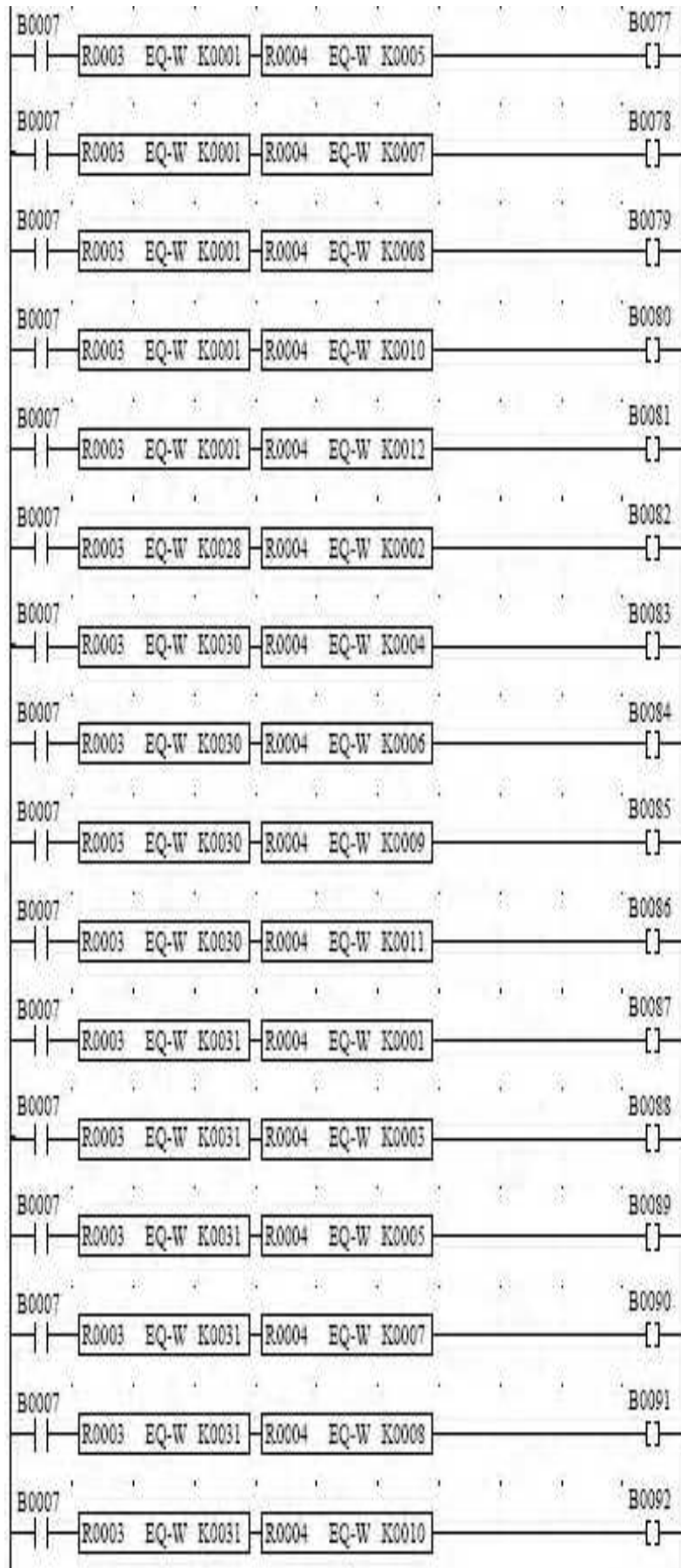


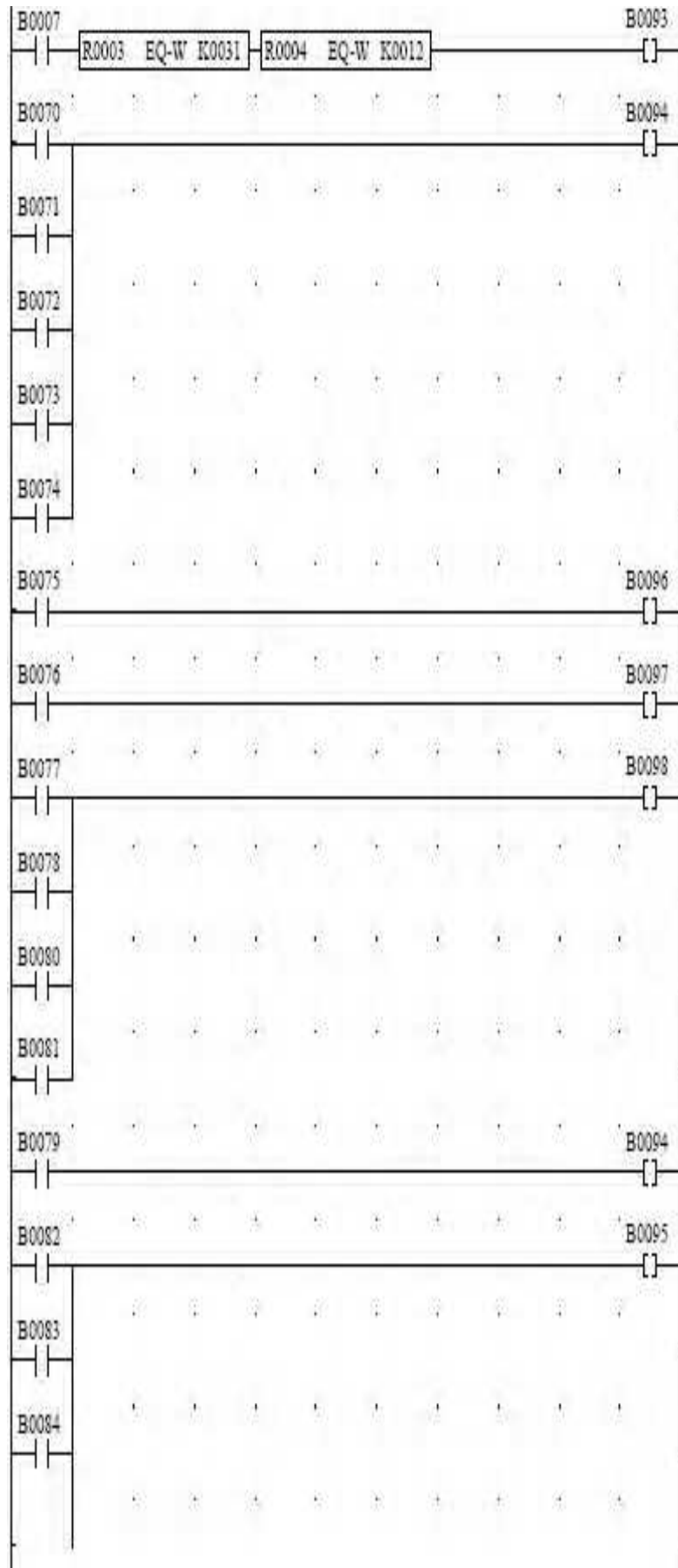


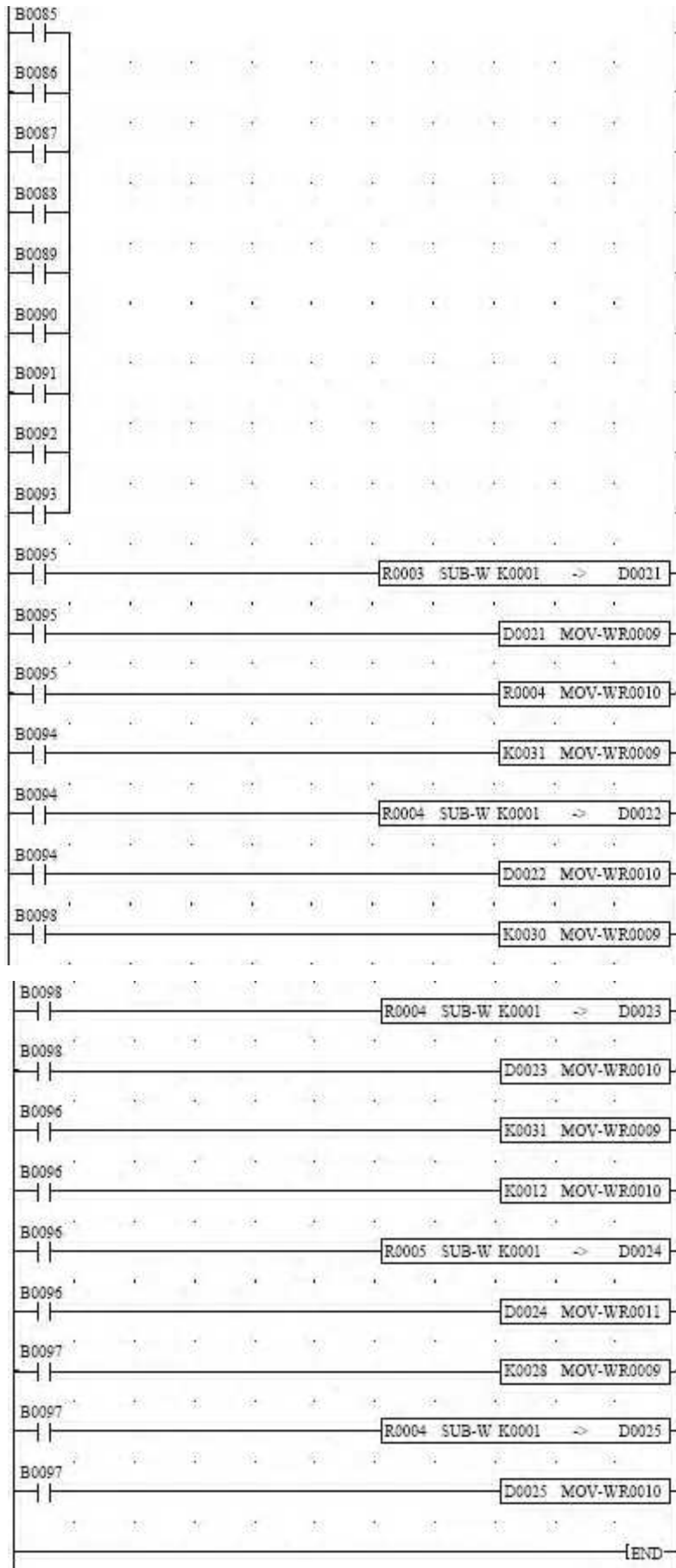




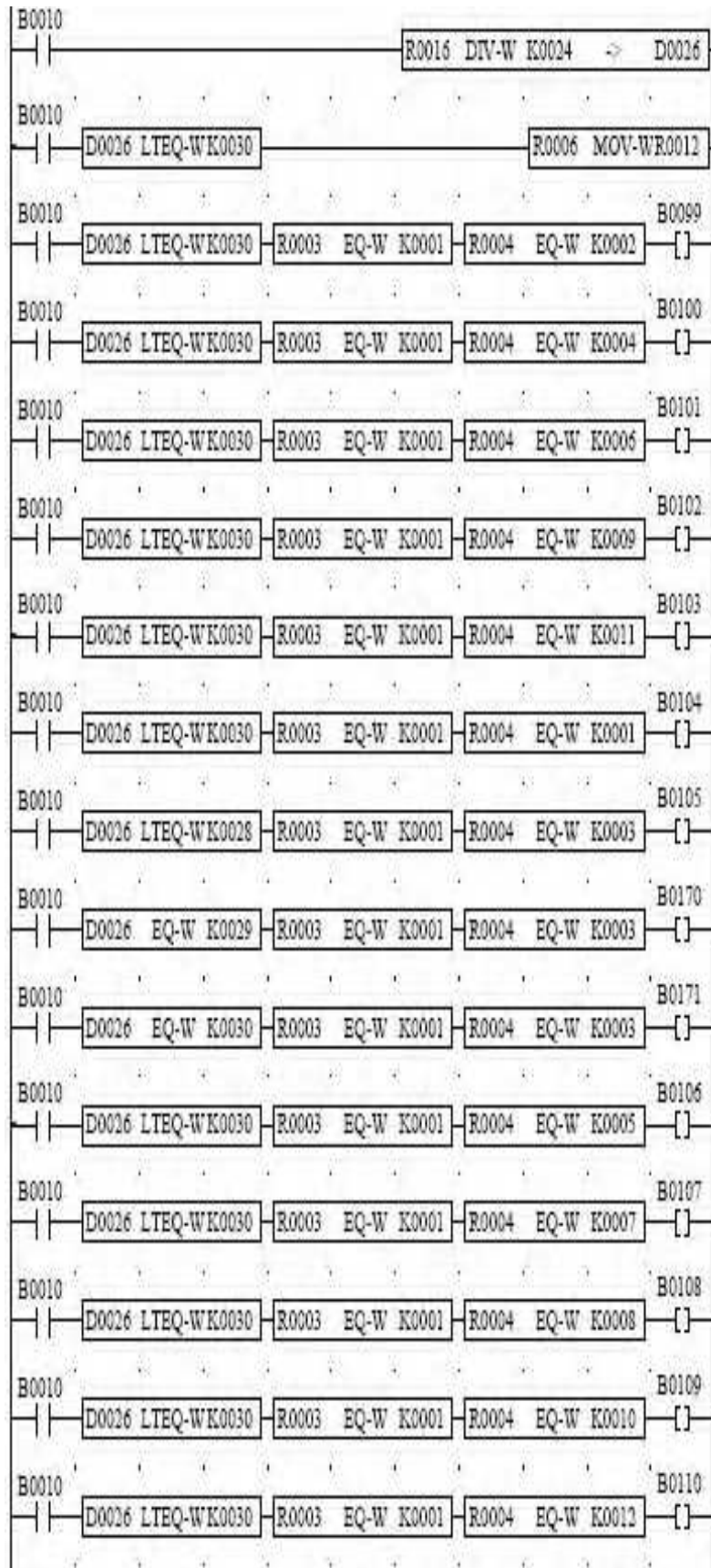


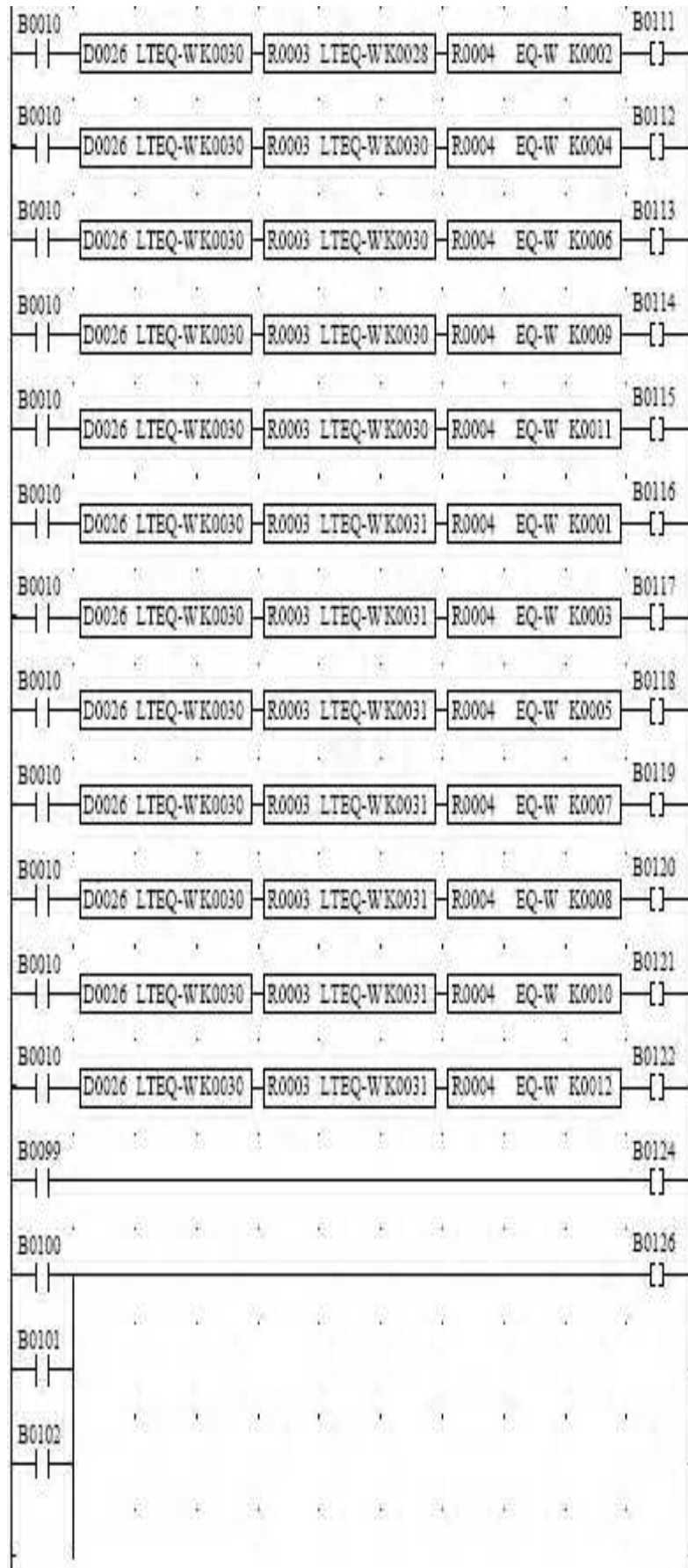


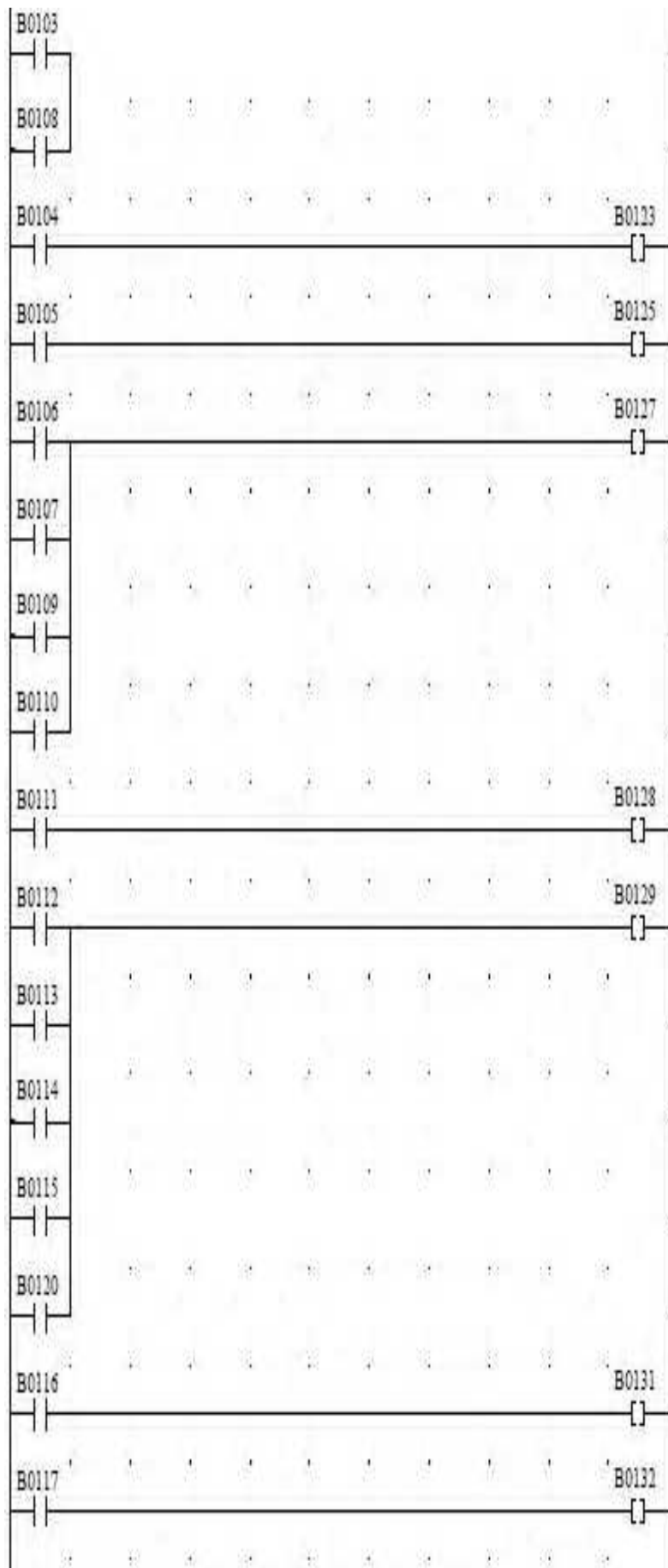


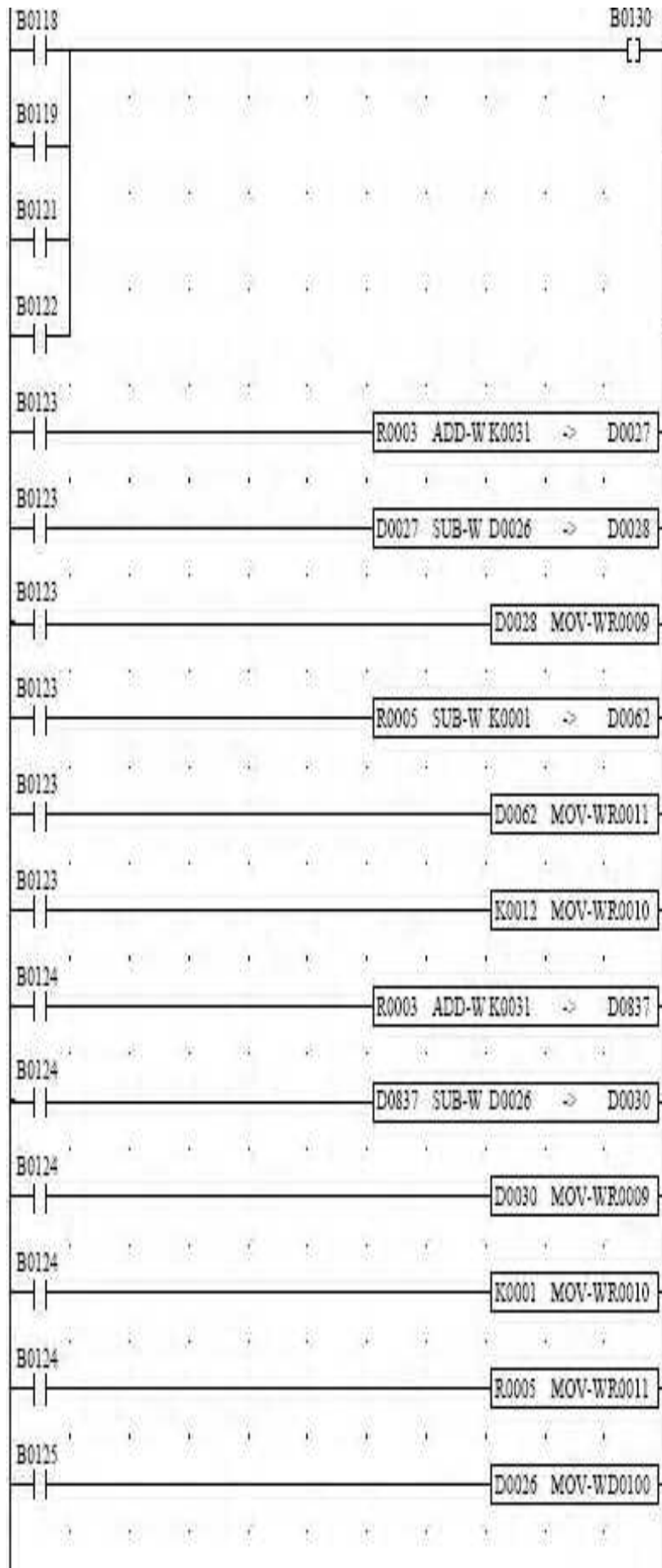


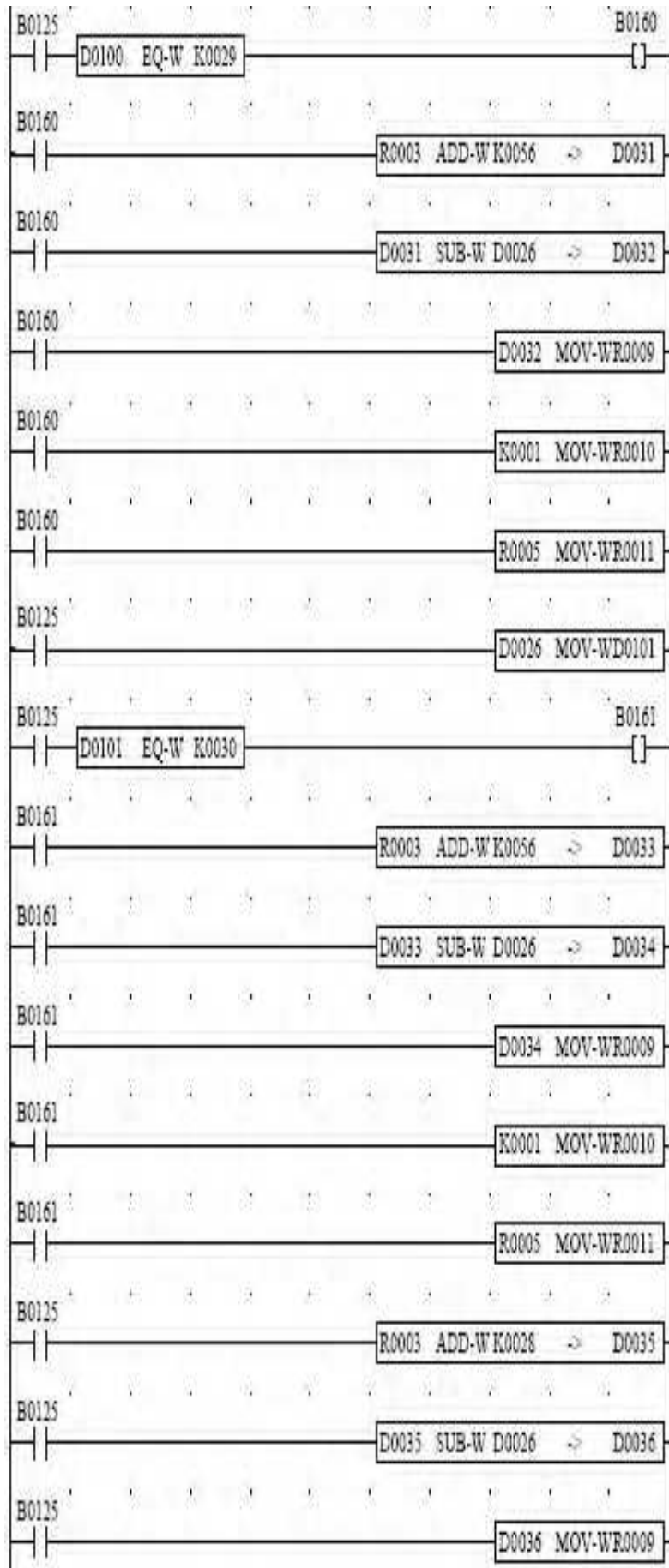
Resta 3 ReTe

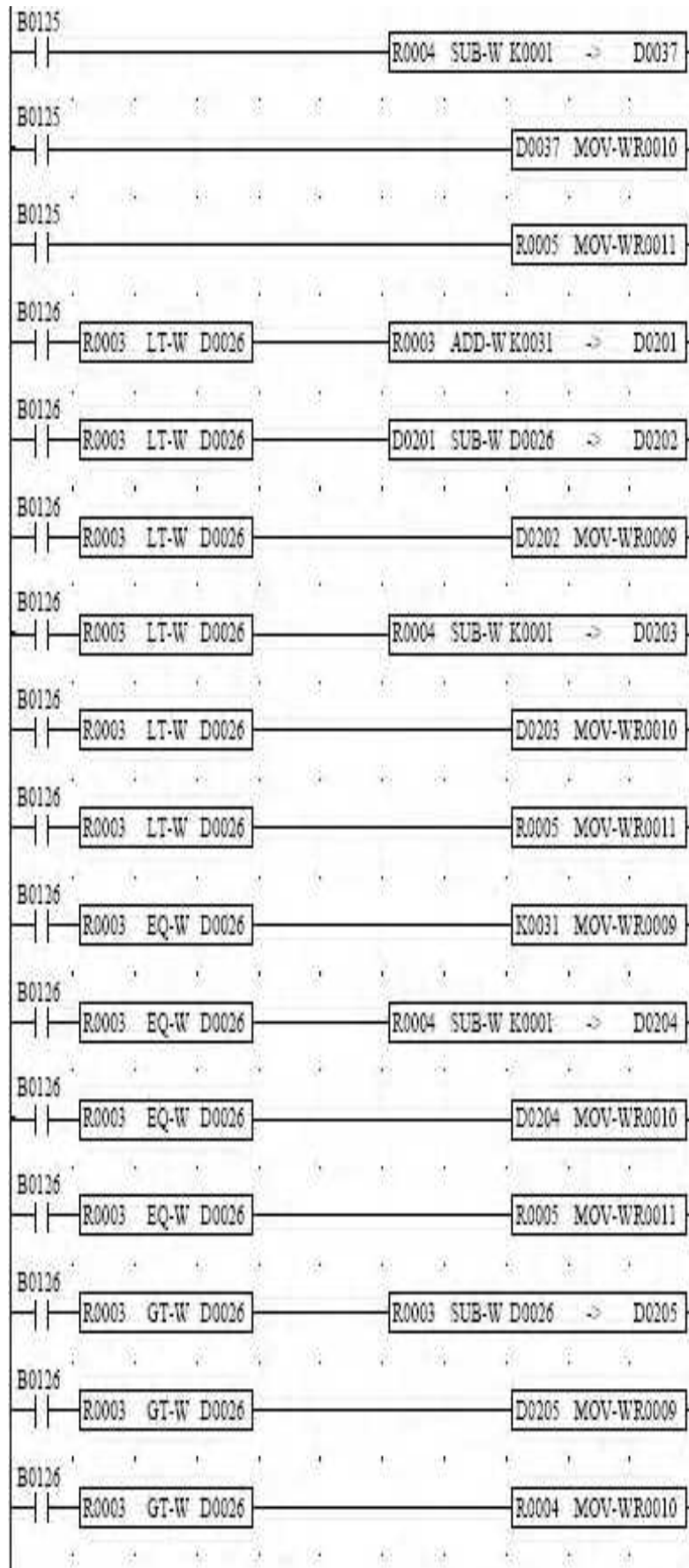


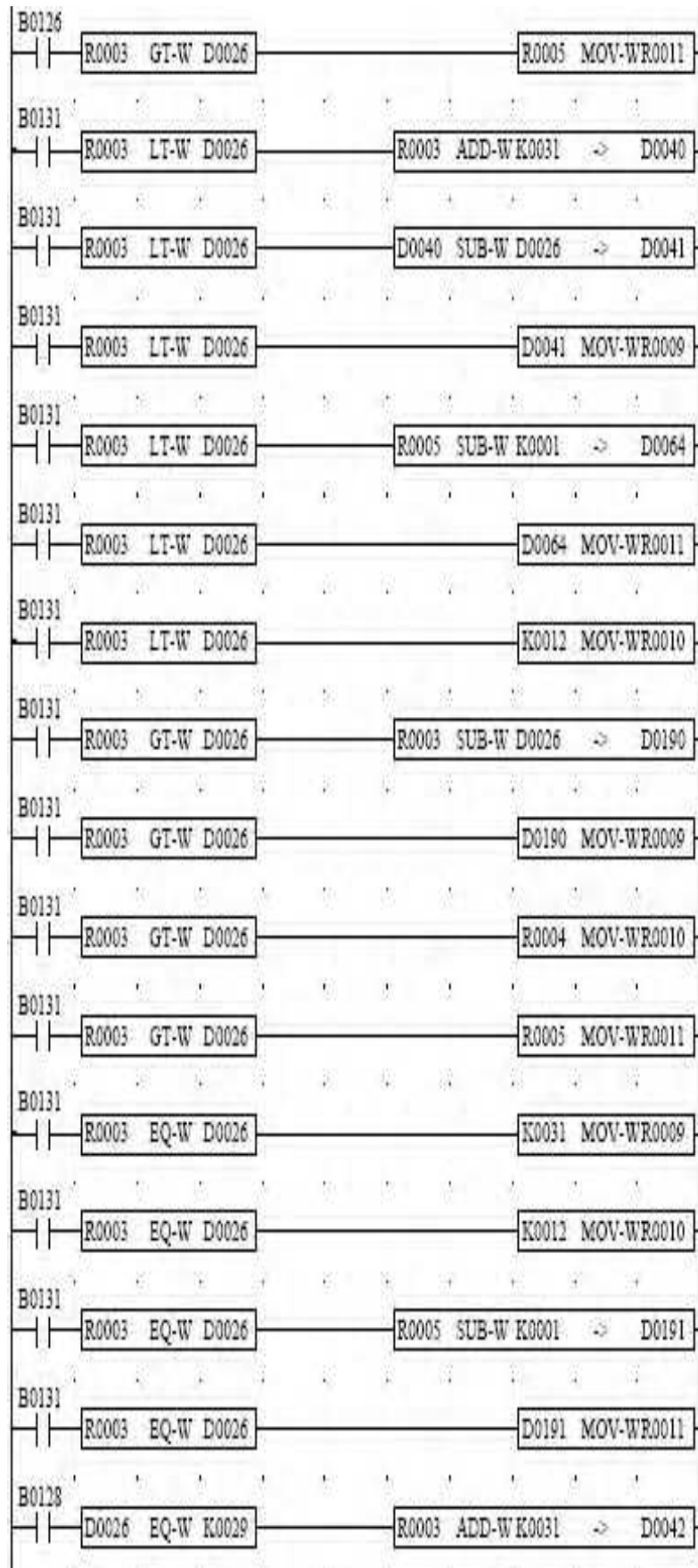


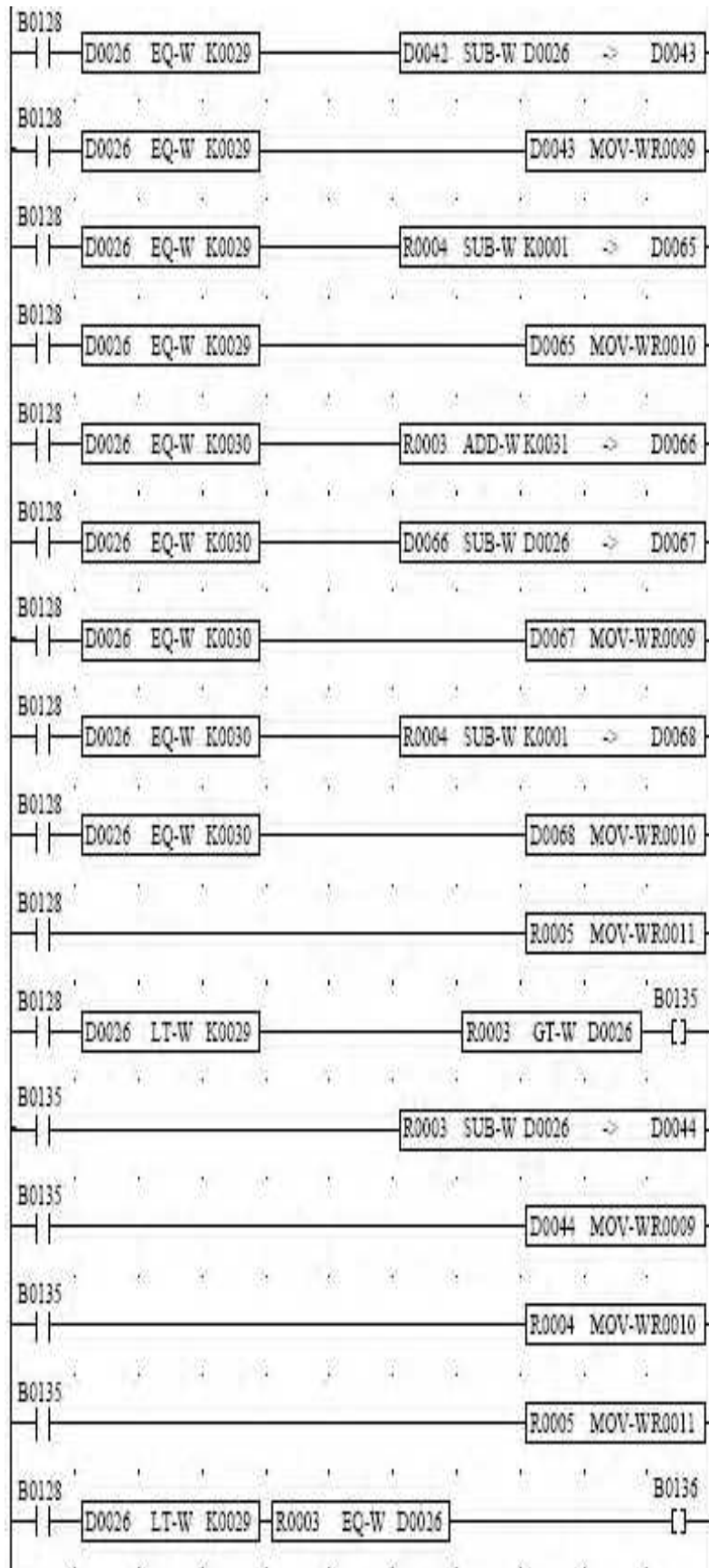


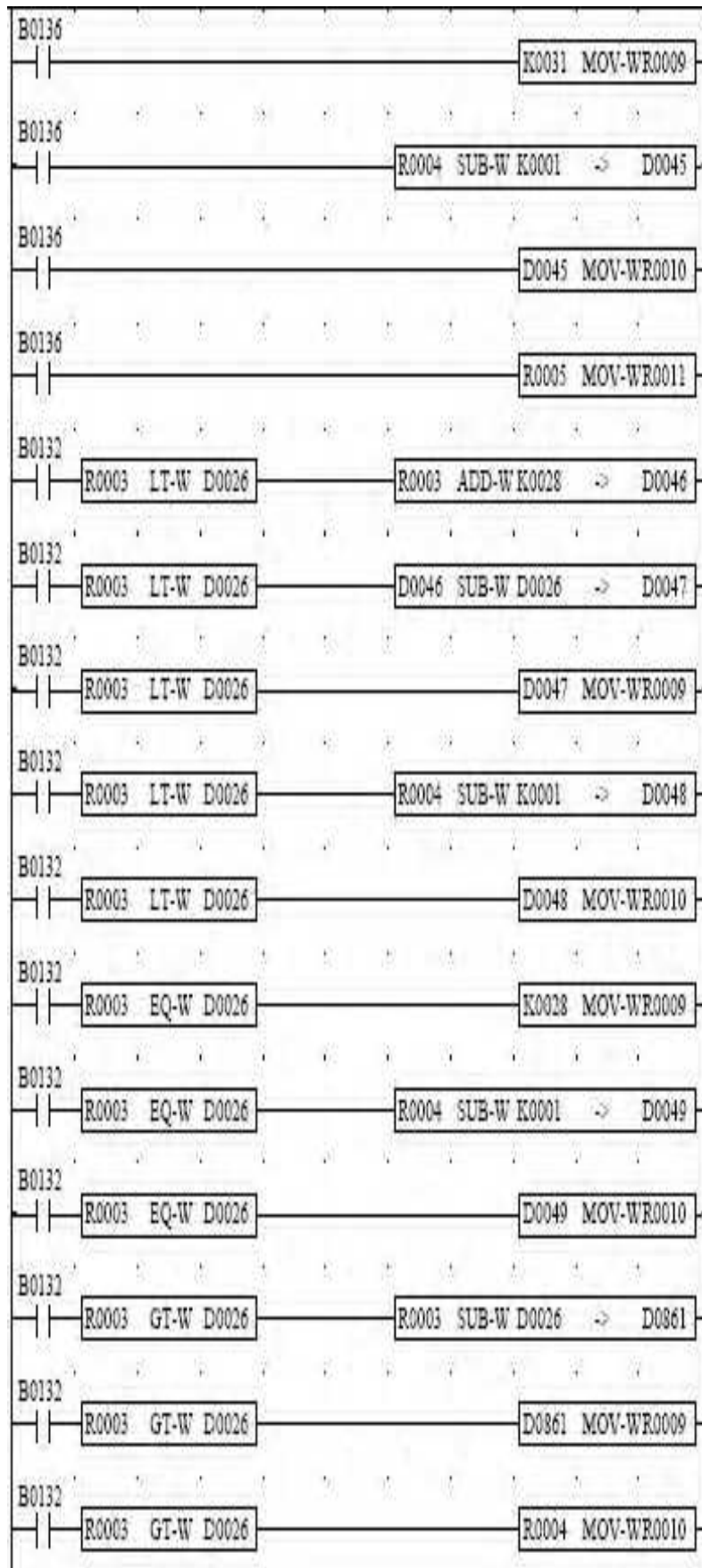


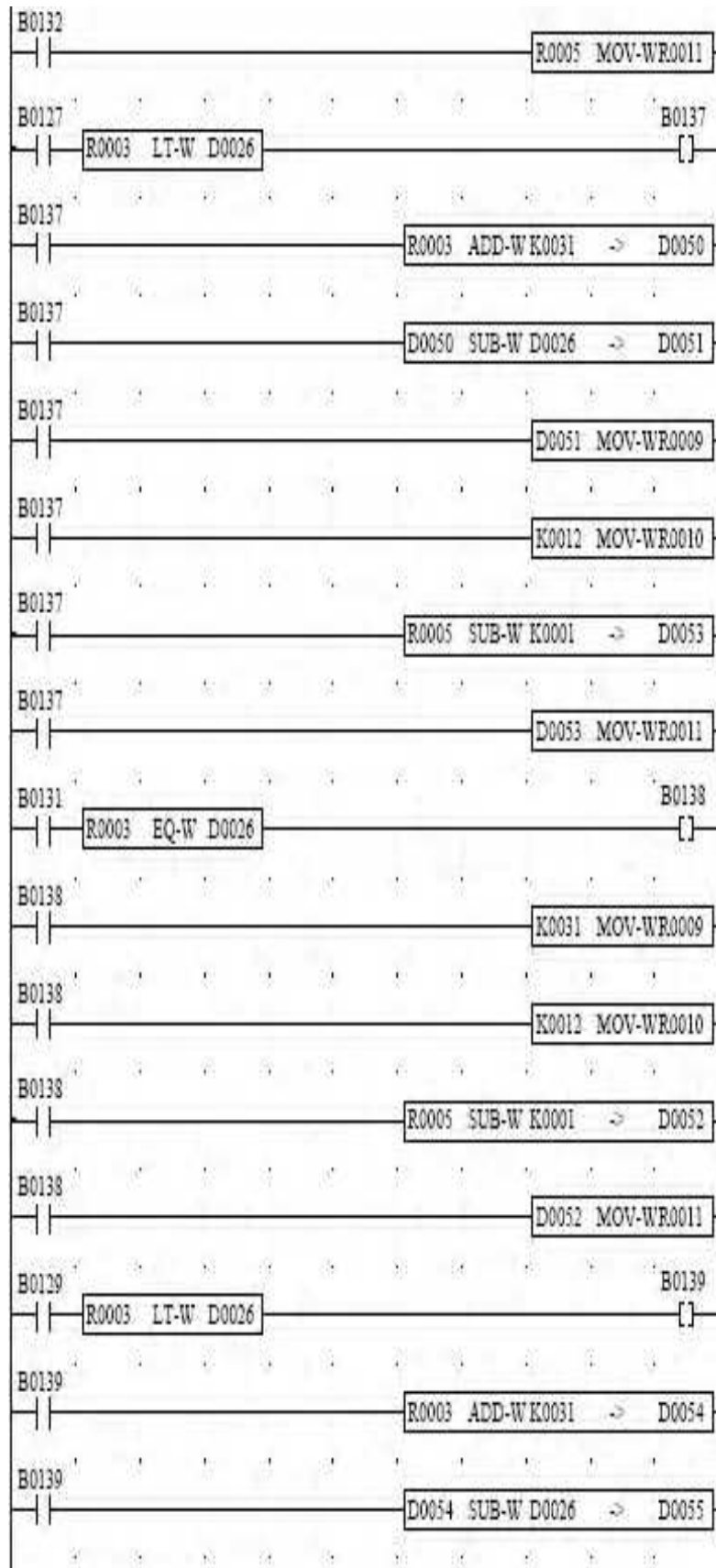


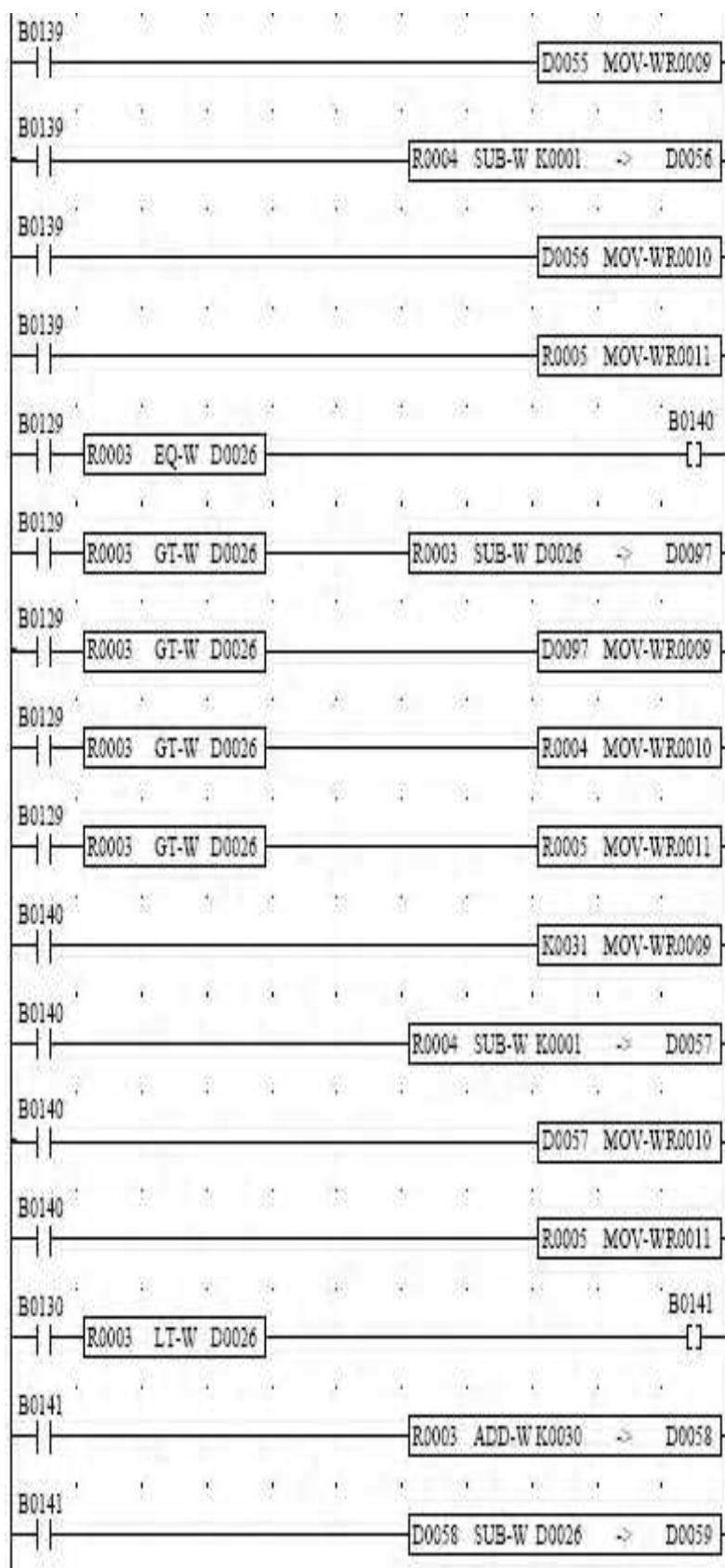


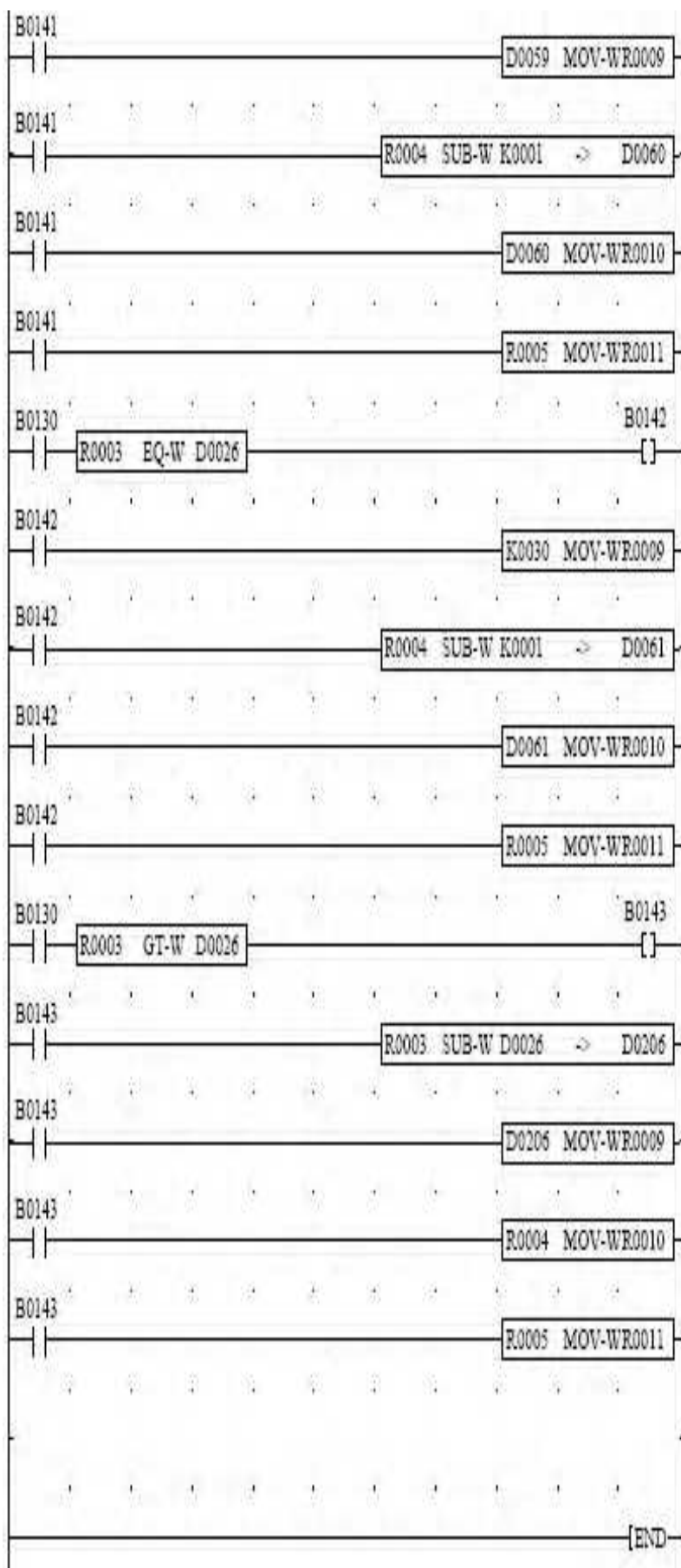




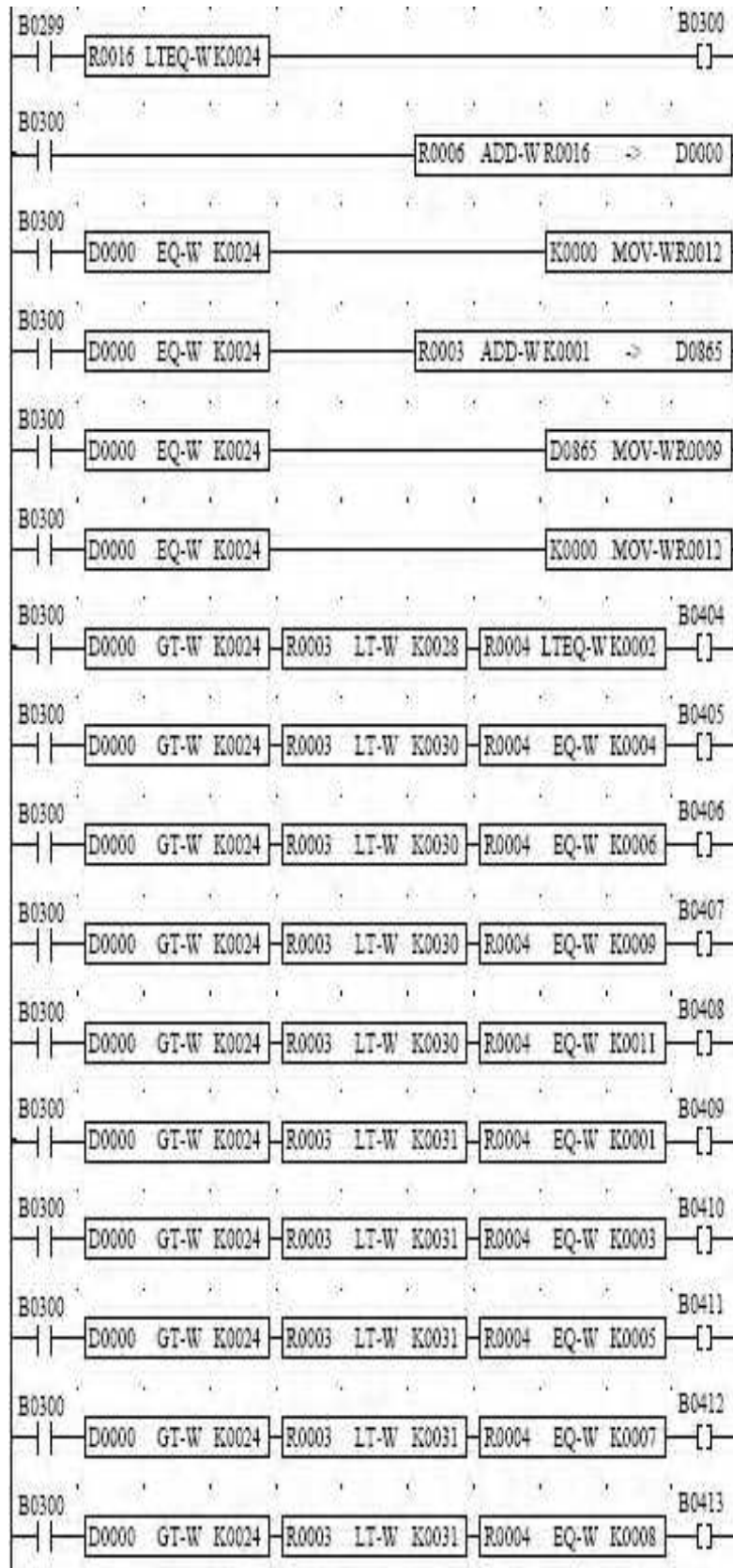


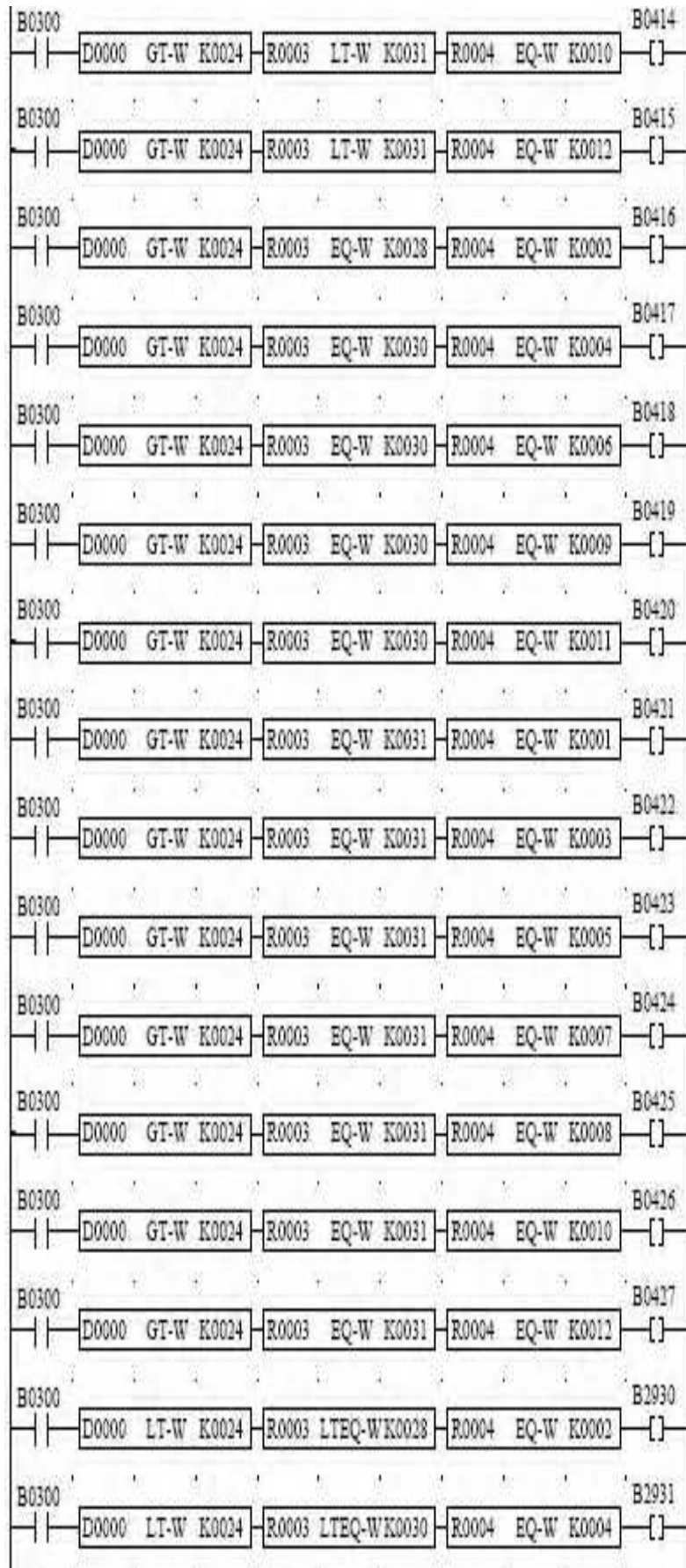


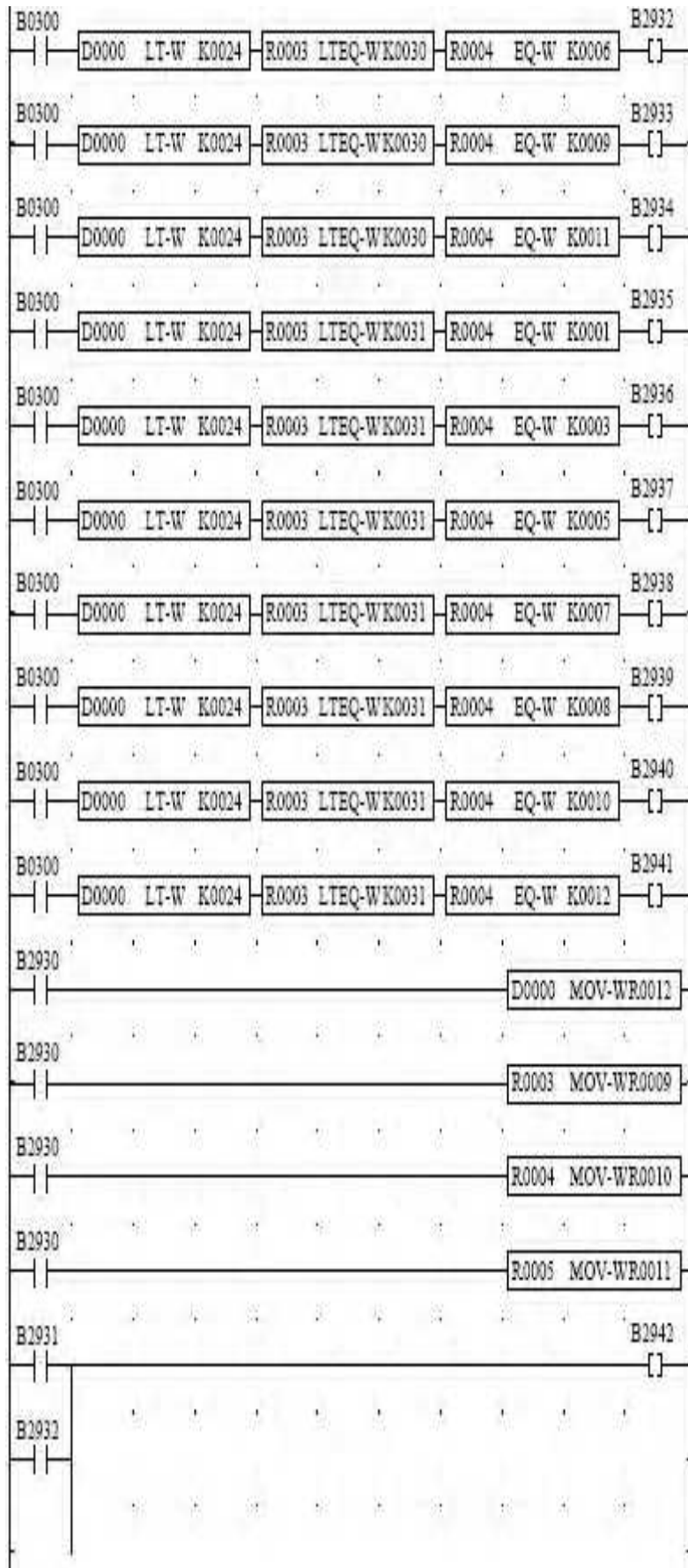


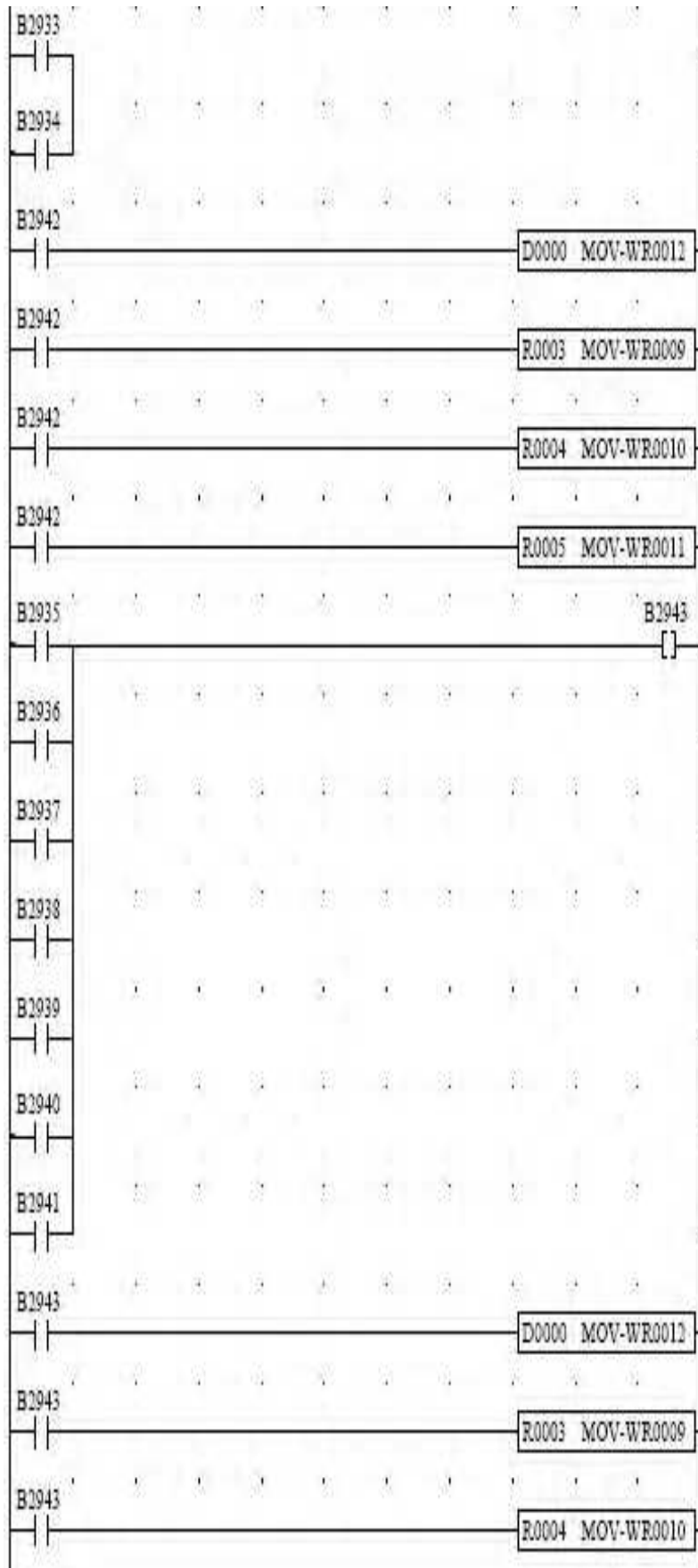


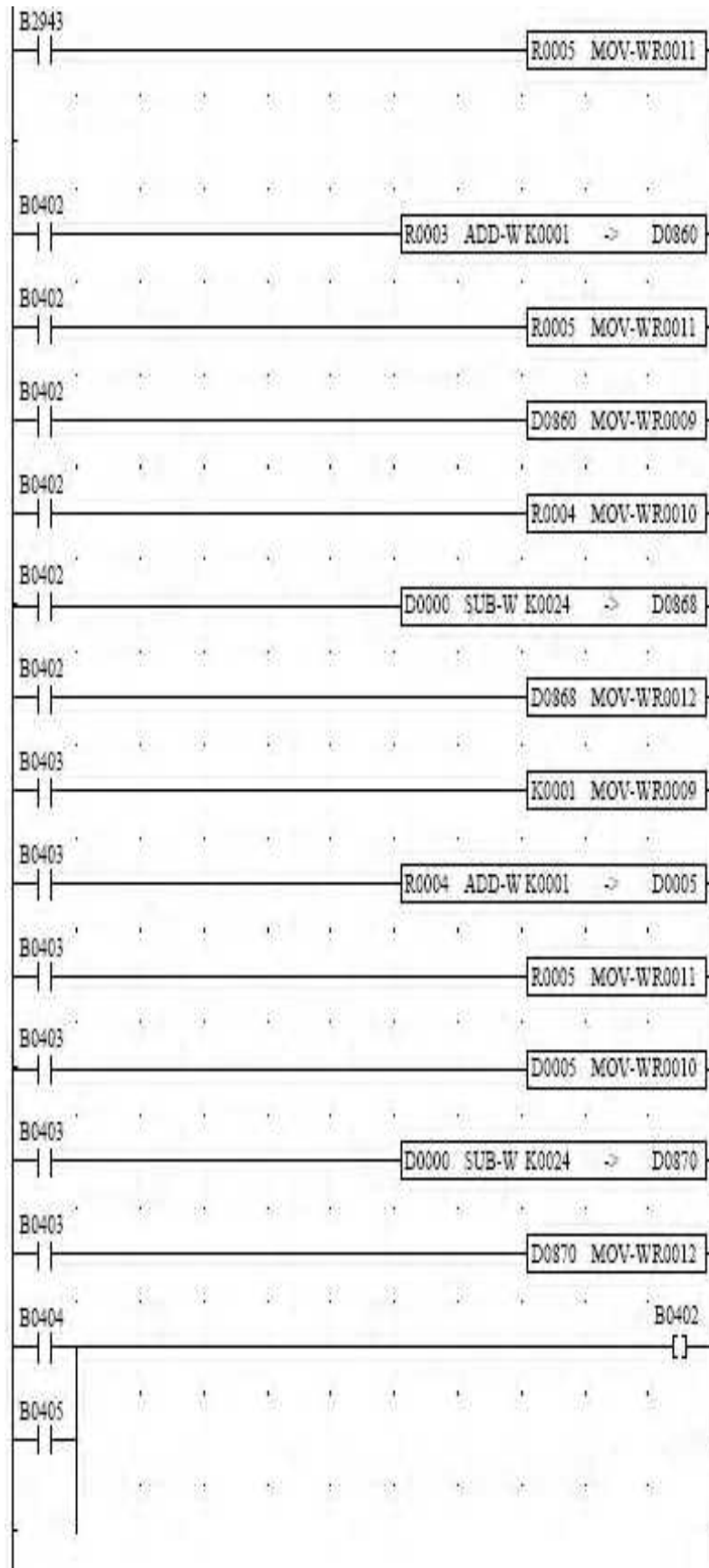
Suma 1 ReTe

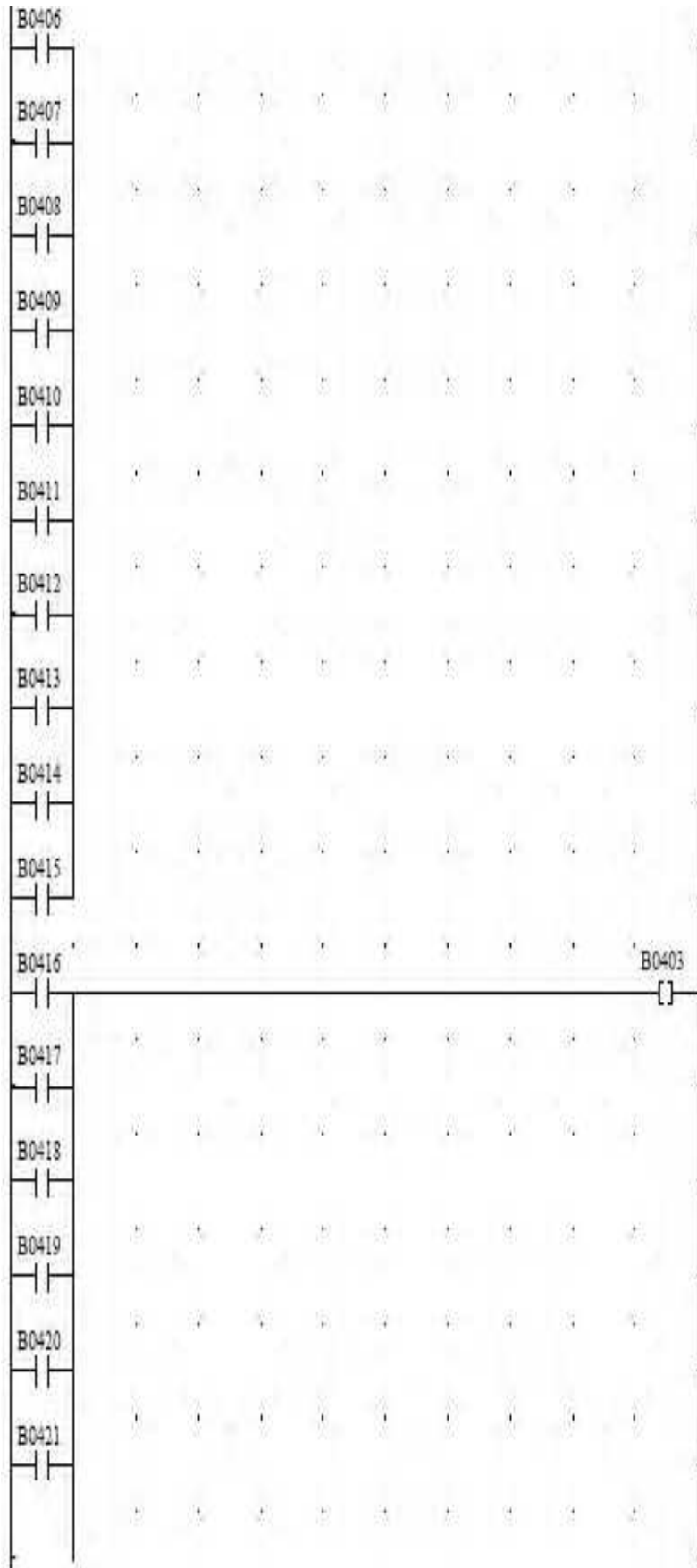


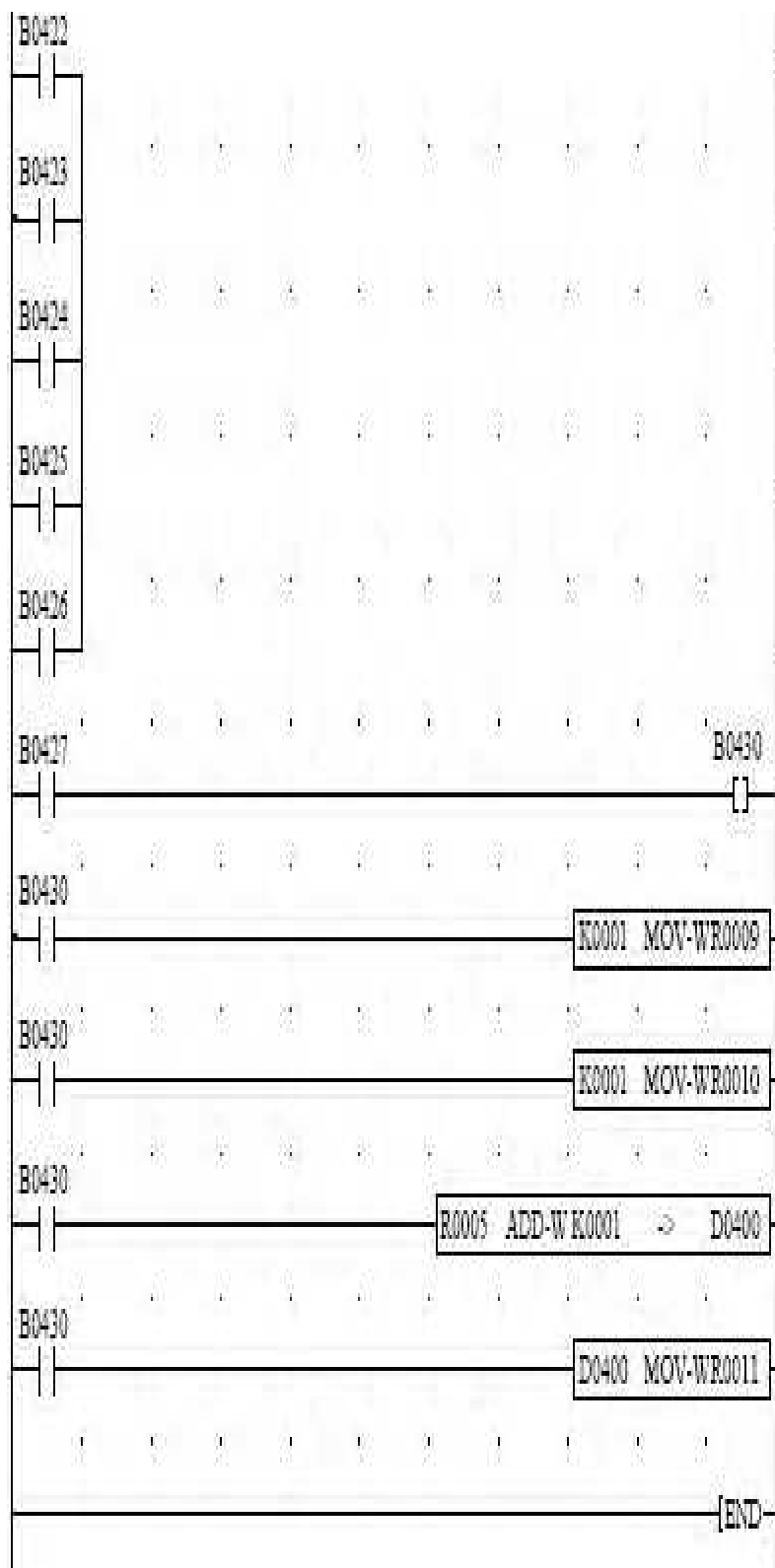




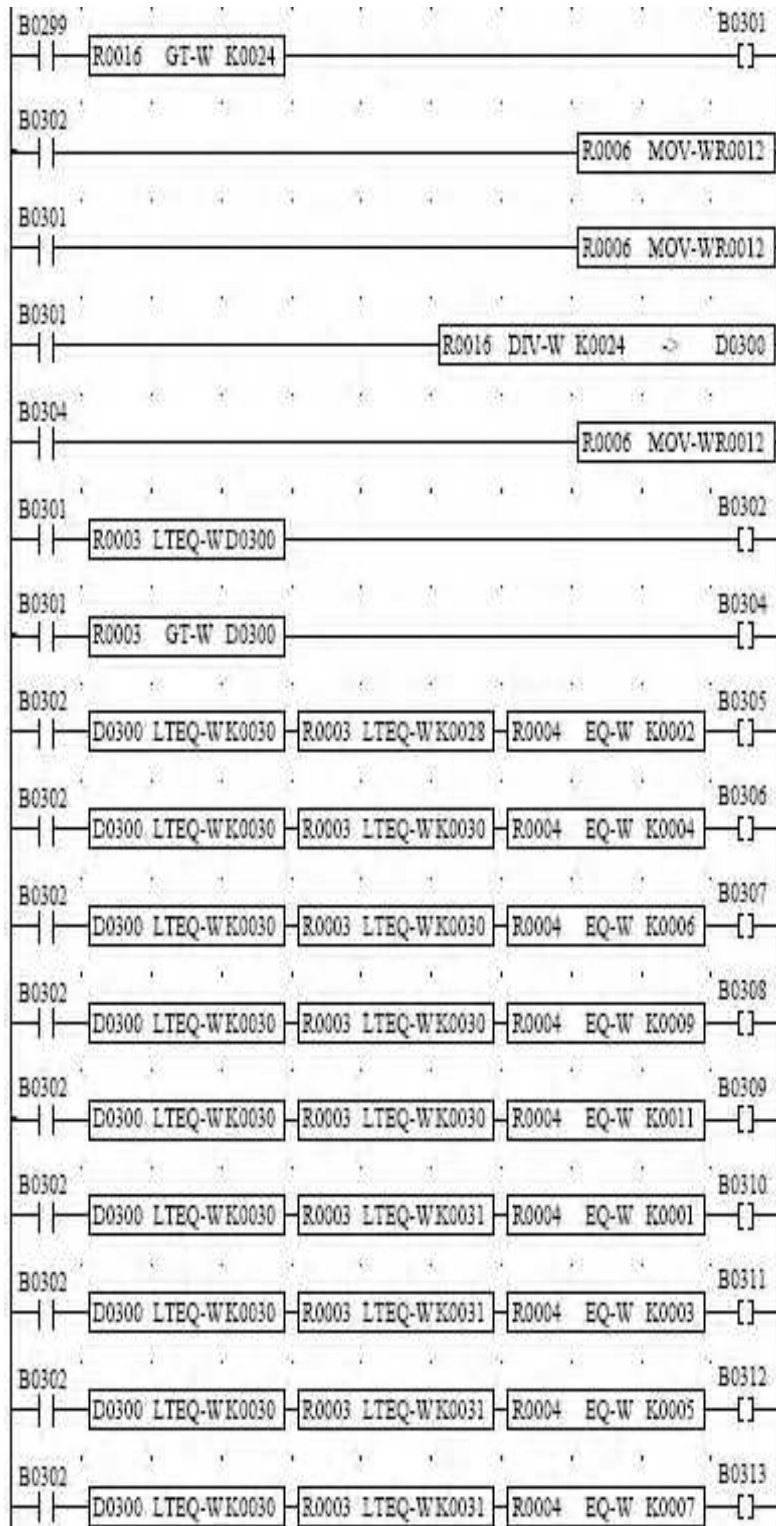


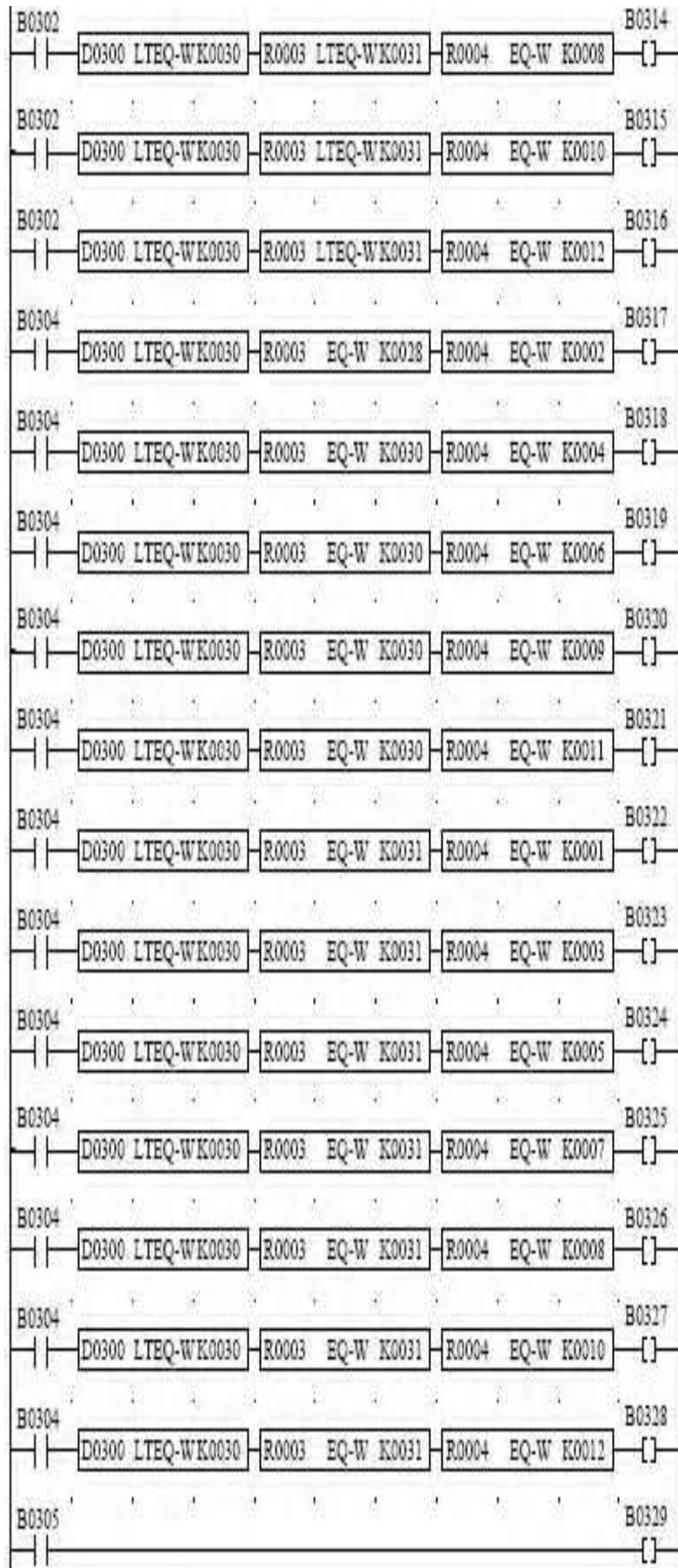


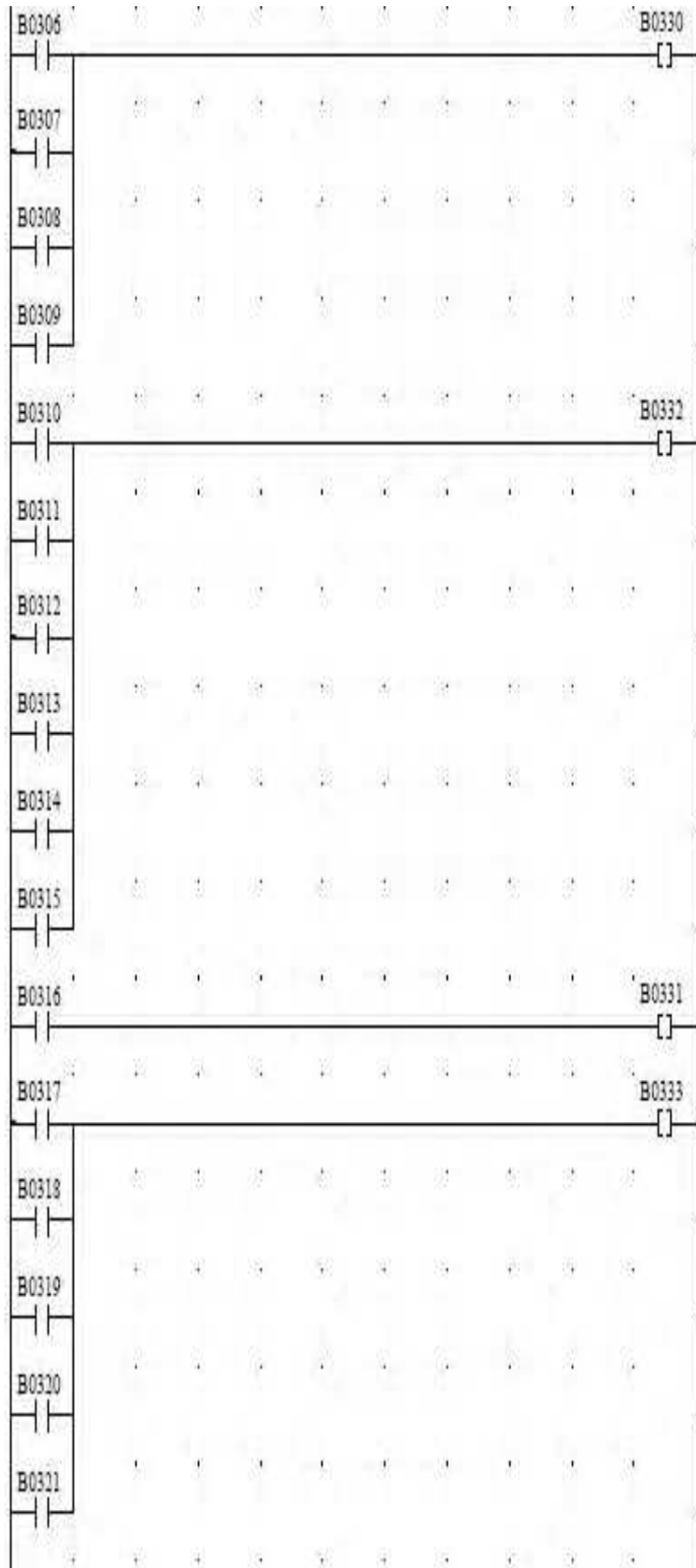


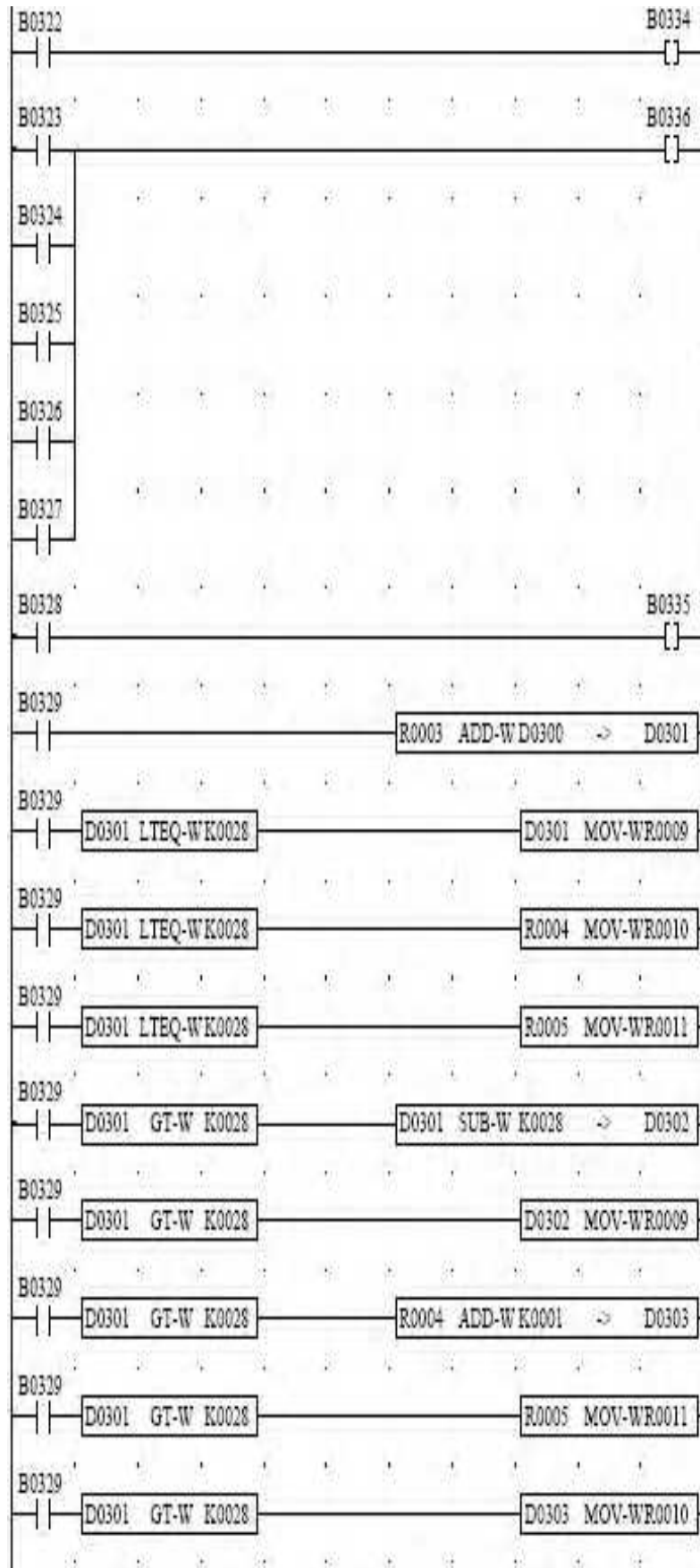


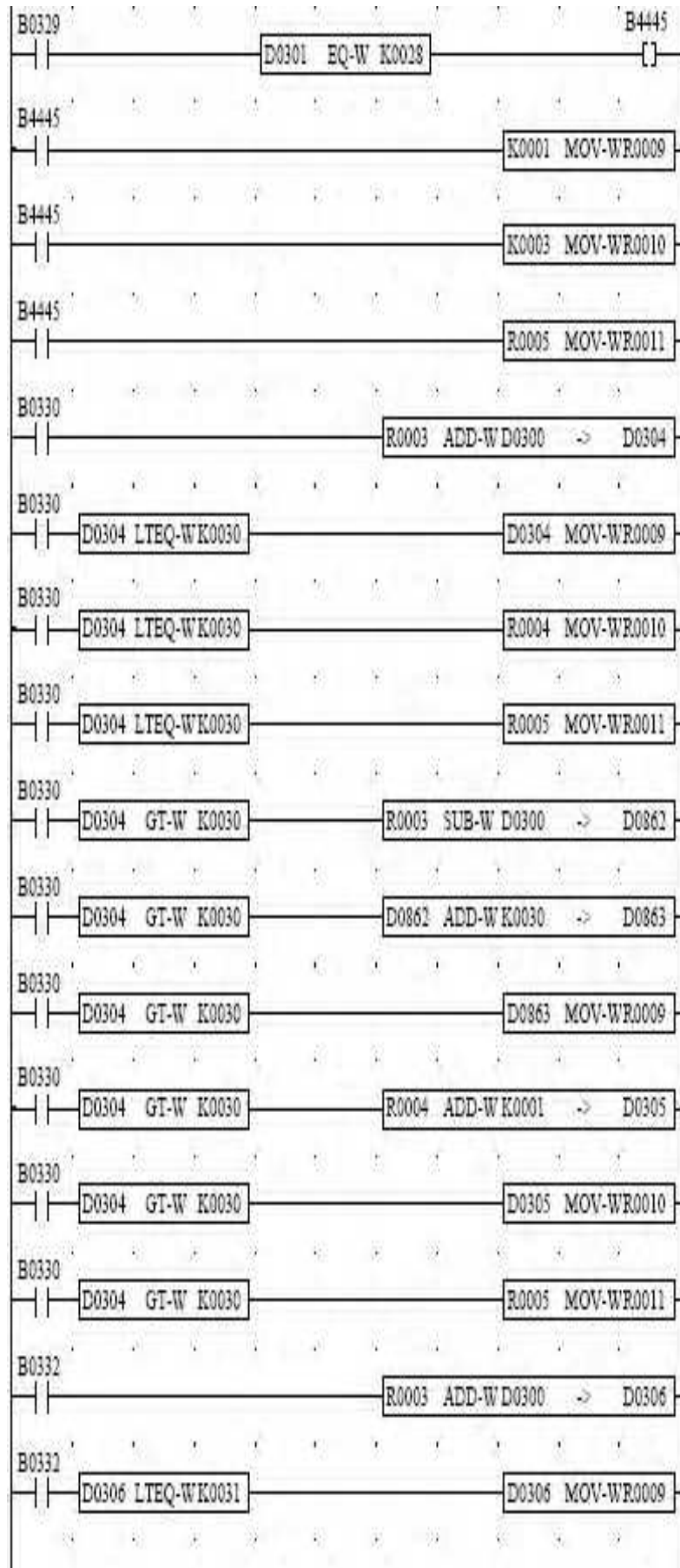
Suma 2 ReTe

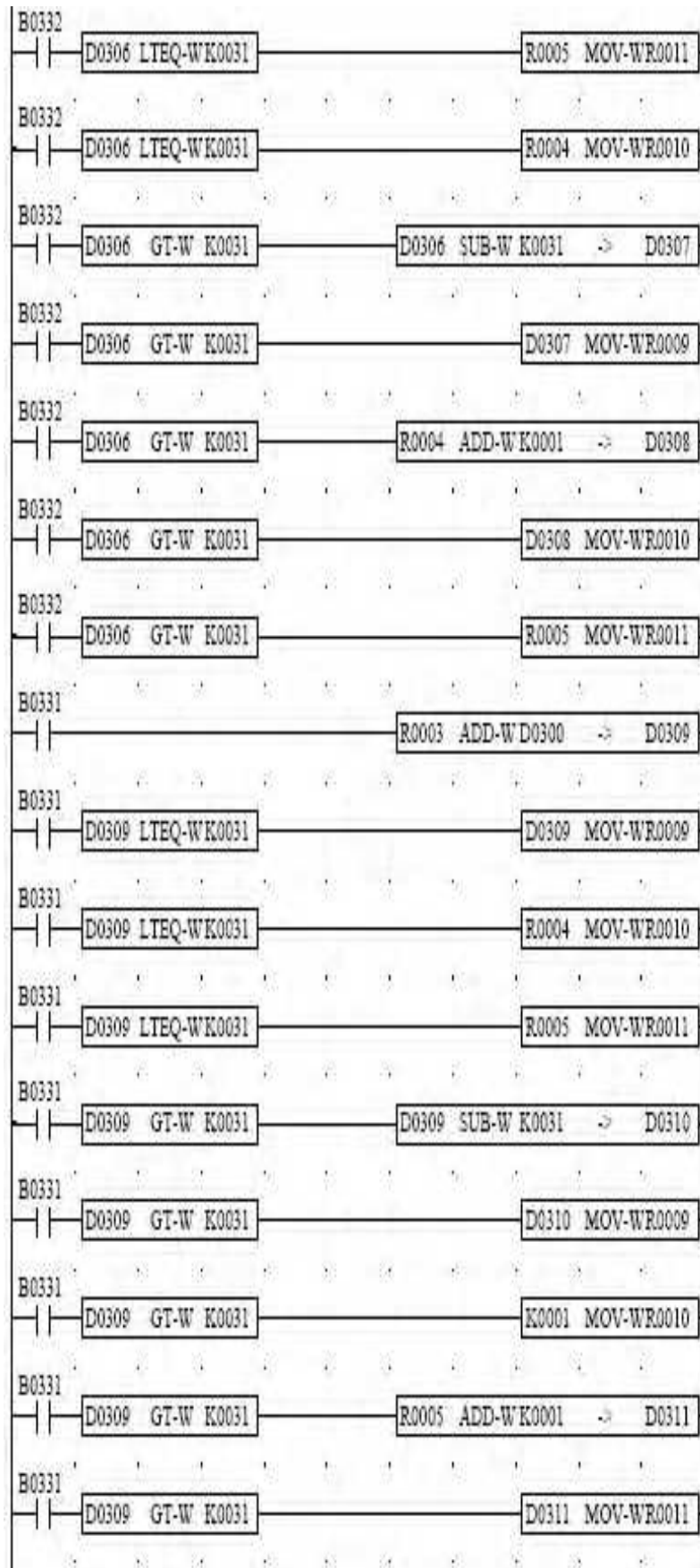


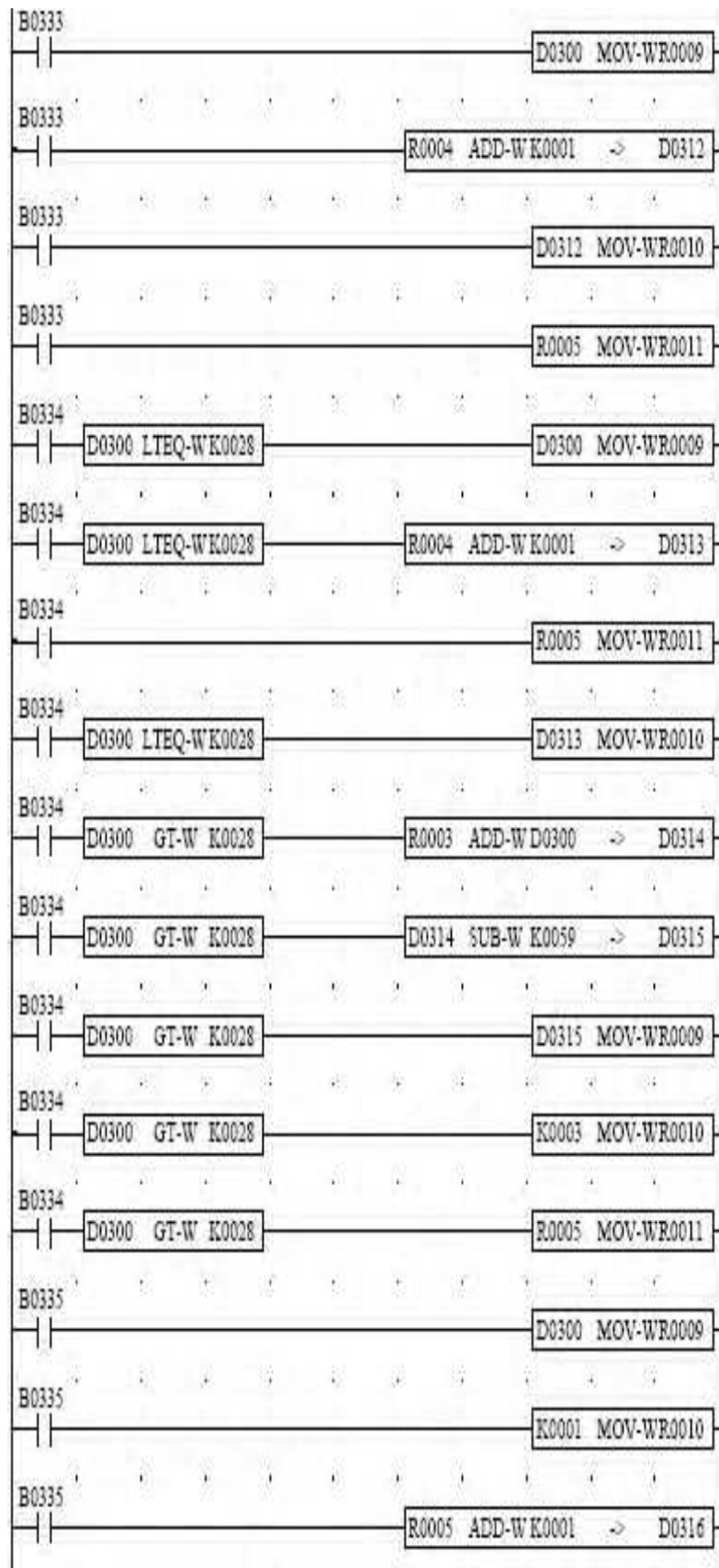


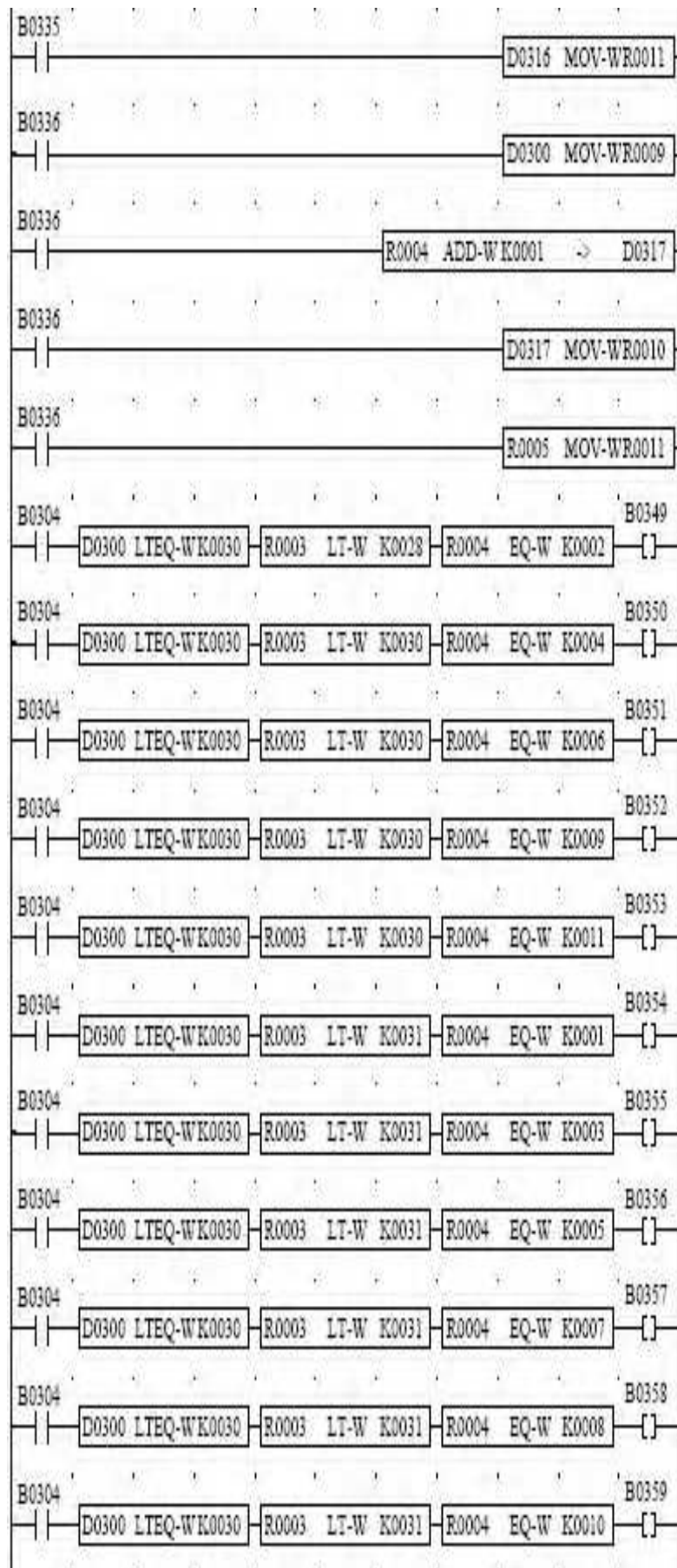


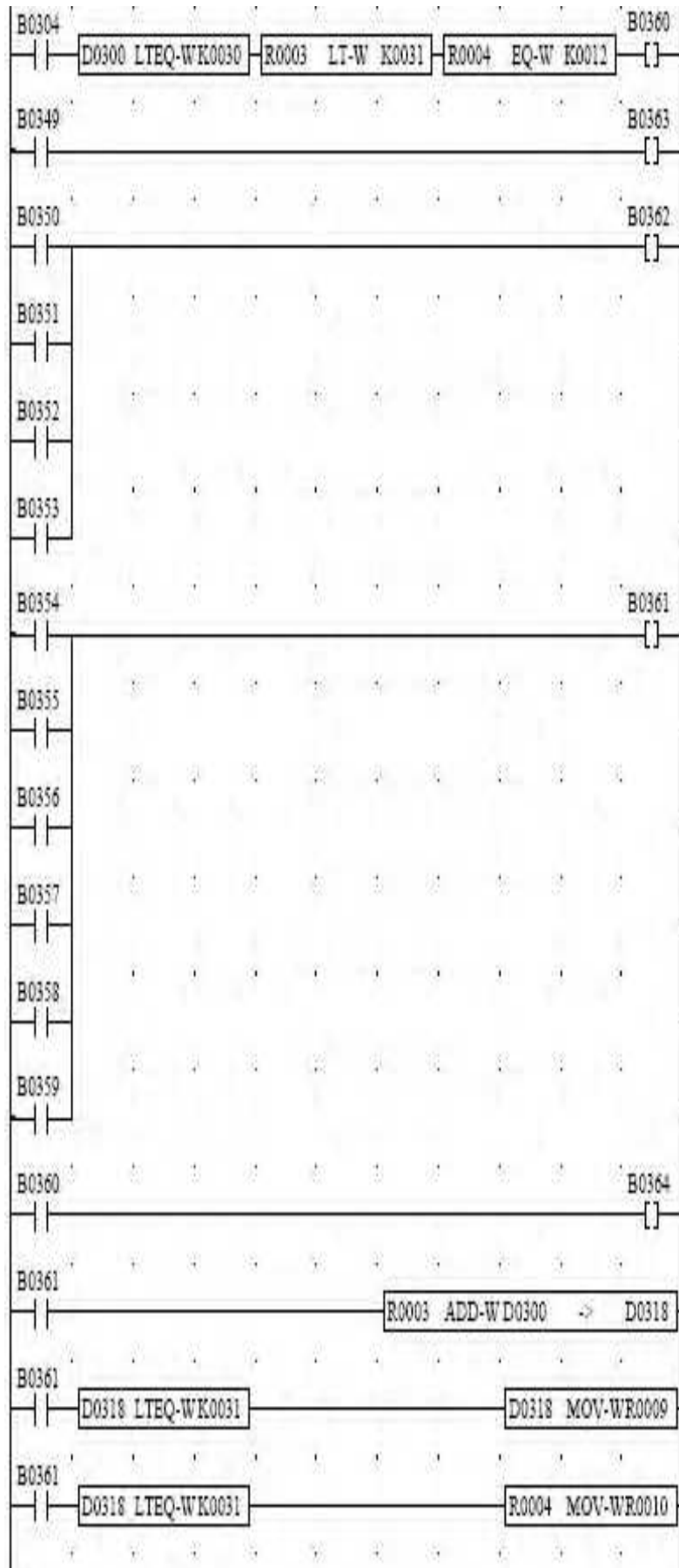


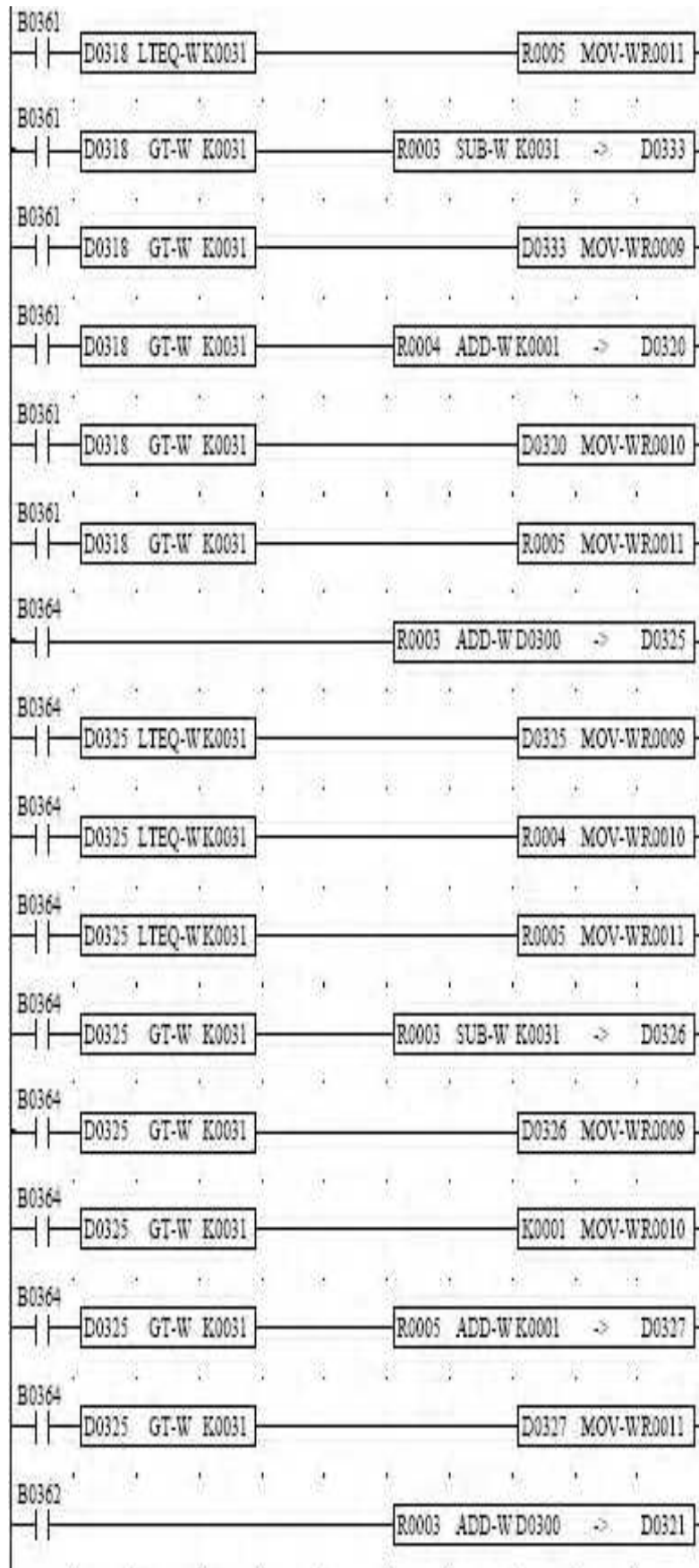


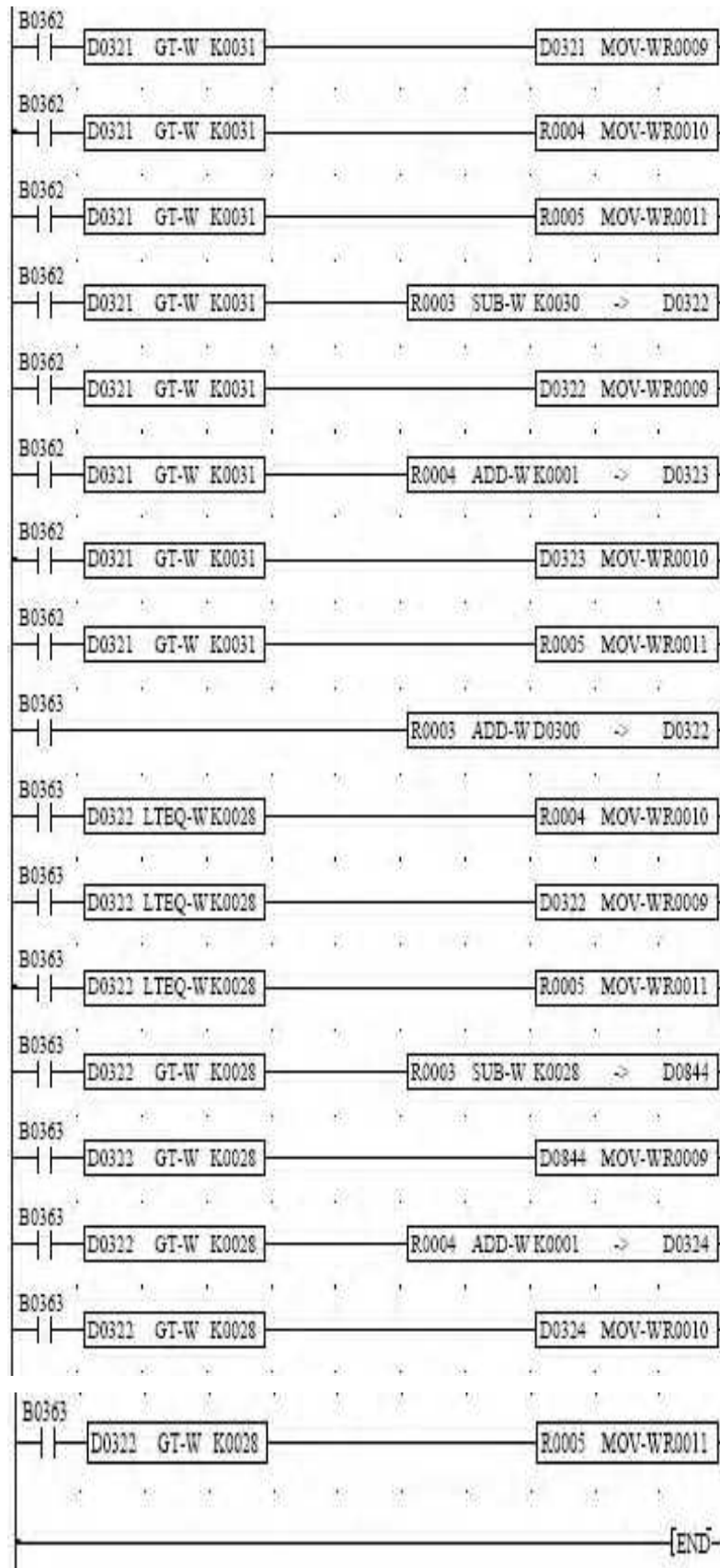




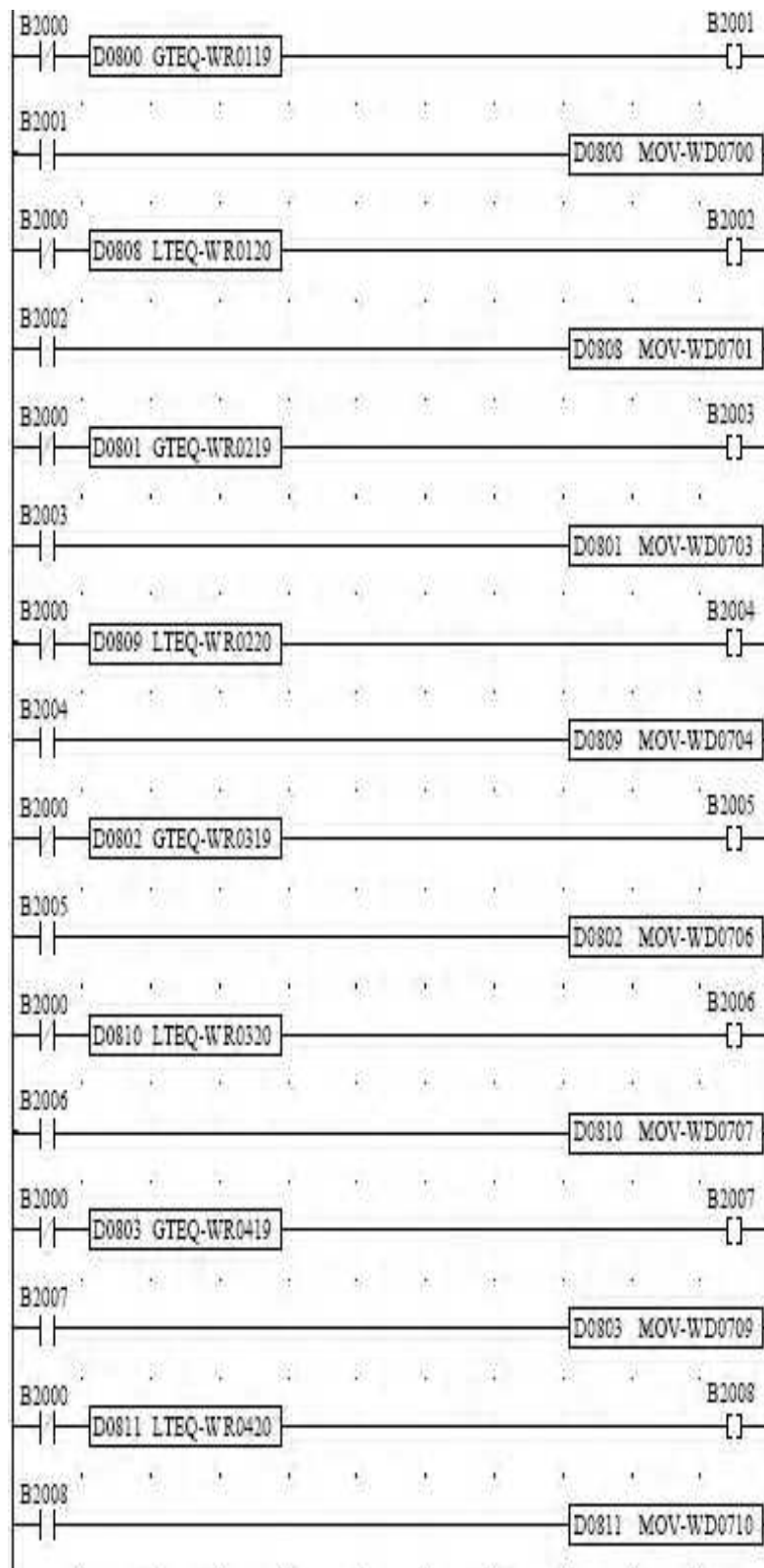


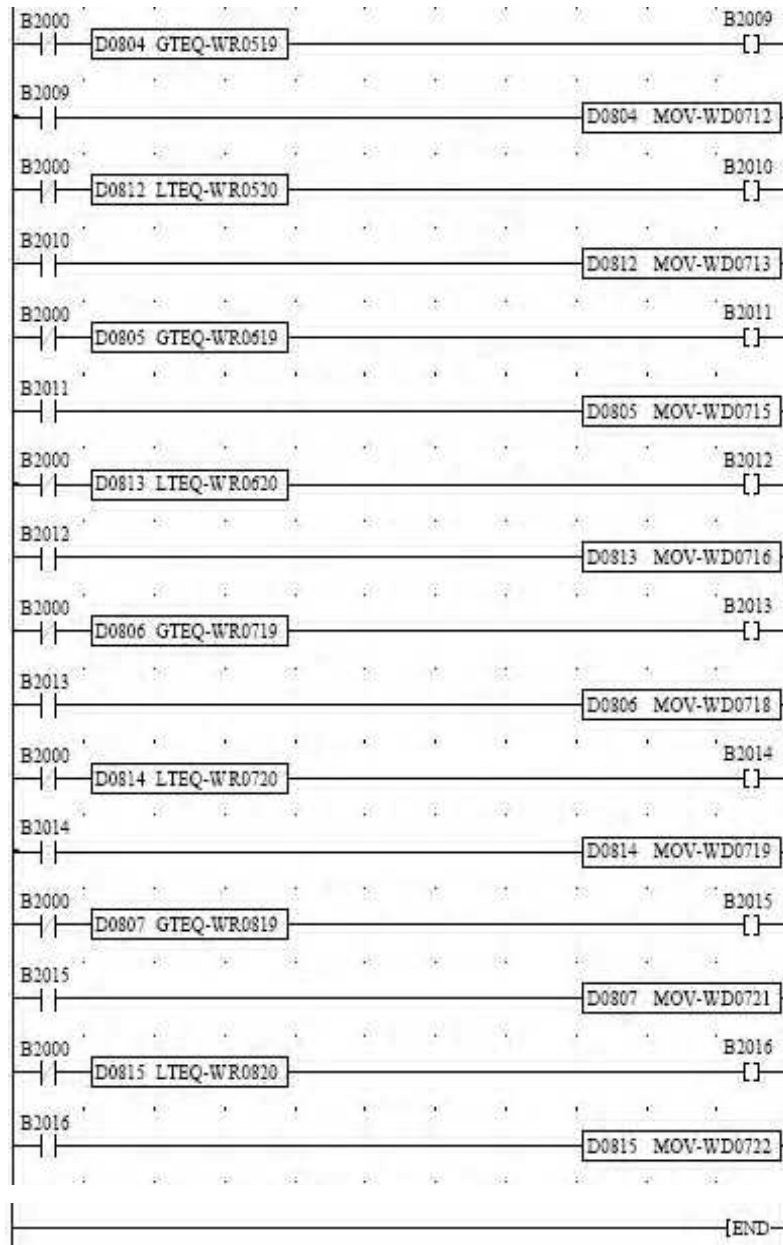




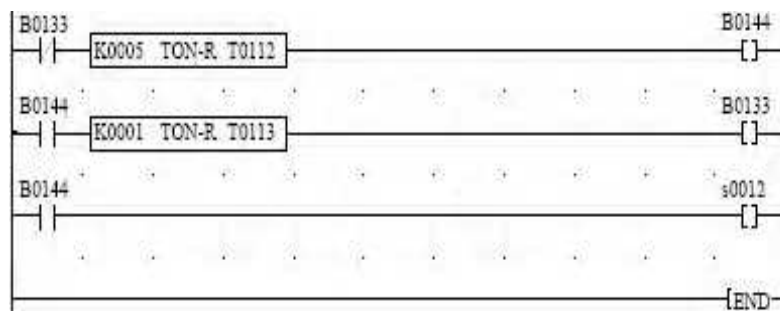


Alarmas





Update



ANEXO 2

MANUAL DE USUARIO

I&C Control

REGISTRADOR DE TEMPERATURA ReTe8

Versión 1.0

Manual de Instrucciones

NOTA Conserve este manual en un sitio conveniente para que pueda consultar esta importante información acerca del registrador de temperatura.

Si necesita asistencia, comuníquese a uno de los siguientes:

- Sitio Web de soporte técnico de I&C Control,
www.iandcecontrol.com
- I&C Control centro de soporte
(593) 22-355-557
(593) 22-564-449

Contenido

Información reglamentaria.....	104
Introducción.....	105
Componentes del sistema.....	106
Diagramas de conexión.....	107
Instalación de software y como empezar a usarlo.....	109
Interfaz HMI.....	110
Pantalla Principal.....	110
Menú.....	111
Configurar Fecha.....	112
Configuración Canal 1.....	113
Alarmas.....	114
Histórico de Alarmas.....	115
Trend Histórico Individual.....	116
Borrar Memoria.....	117
Ayuda.....	118
Configuración Pantalla Principal.....	118
Valores.....	119
Proceso.....	120
Activación de Alarmas.....	121
Switch de Encendido/Apagado.....	122
Especificaciones.....	123

Información reglamentaria

Modelo: Registrador de Temperatura ReTe8 V 1.0

Garantía de unidad y de software relacionado

El sistema industrial que ha adquirido puede incluir unidades de medios grabables y/o reescribibles, así como programas de cómputo, que se cuentan entre las tecnologías disponibles más avanzadas. Al igual que con cualquier tecnología, debe leer y seguir todas las instrucciones de instalación y uso que aparece en el manual de usuario suministrados con su sistema industrial. De no hacerlo, es posible que este producto no funcione adecuadamente y que usted pierda sus datos o sufra otros daños. I&C Control S.A., SUS FILIALES Y SUS PROVEEDORES NO GARANTIZAN QUE EL FUNCIONAMIENTO DEL PRODUCTO SERÁ CONTINUO O QUE NO TENDRÁ ERRORES. USTED ACUERDA QUE I&C Control S.A., SUS FILIALES Y SUS PROVEEDORES NO SERÁN RESPONSABLES POR NINGÚN DAÑO O PÉRDIDA QUE SUFRAN CUALESQUIERA NEGOCIOS, GANANCIAS, PROGRAMAS, DATOS, SISTEMAS ADICIONALES QUE SURJAN O SEAN CONSECUENCIA DEL USO DEL PRODUCTO.

Introducción

**Gracias por comprar este sistema industrial “Registrador de Temperatura”
I&C Control.**

A fin de evitar posibles peligros que pudieran provocar daños corporales, a su propiedad o a su sistema industrial, debe leer detenidamente y comprender completamente todas las instrucciones de seguridad contenidas en este manual antes de intentar usar su sistema industrial.

Guarde este manual cerca de su sistema industrial para poder consultarlo en el futuro.

Fuente de voltaje

Esta fuente es necesaria para la alimentación de los dispositivos utilizados. Es una fuente de 24VDC.

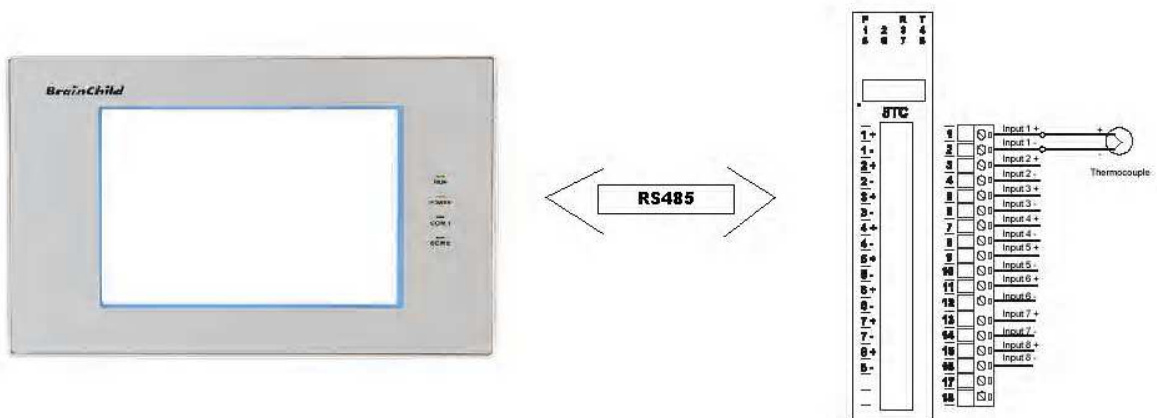


Protecciones

Fusibles

Cables de Conexión

Diagrama de Conexión física



Conexión final



Instalación de software y como empezar a usarlo

Precauciones

Su sistema industrial esta diseñado para optimizar la seguridad y facilidad de uso, así como para aguantar los rigores de funcionamiento bajo ambientes industriales hostiles. Debe tomar ciertas precauciones para reducir aún más el riesgo de sufrir lesiones o provocar daños en su sistema industrial.

- Evite tocar las conexiones con los dispositivos periféricos como el módulo o conexiones directamente hacia la fuente de voltaje.
- No trate de arreglar problemas que solo son técnicos y se requieran de personal calificado.



Jamás derrame líquidos sobre ninguna parte del sistema industrial ni lo exponga a lluvia, al agua, agua marina. La exposición a los líquidos puede ocasionar choques eléctricos o fuego, lo cual causa daños o lesiones graves. Si llegara a ocurrir alguno de estos incidentes, inmediatamente:

1. Apague todo el sistema industrial.
2. Desconecte todas las fuentes de energía del tomacorriente.

No seguir estas instrucciones podría resultar en lesiones graves o en daños permanentes al sistema.

No lo vuelva a encender hasta que un técnico calificado de un Centro de Servicio Autorizado lo revise.

Voltajes de Funcionamiento

Para un funcionamiento correcto se requiere alimentar a la pantalla y al módulo con una fuente de 24 VDC.

Para el funcionamiento de la fuente se requiere 110VAC.

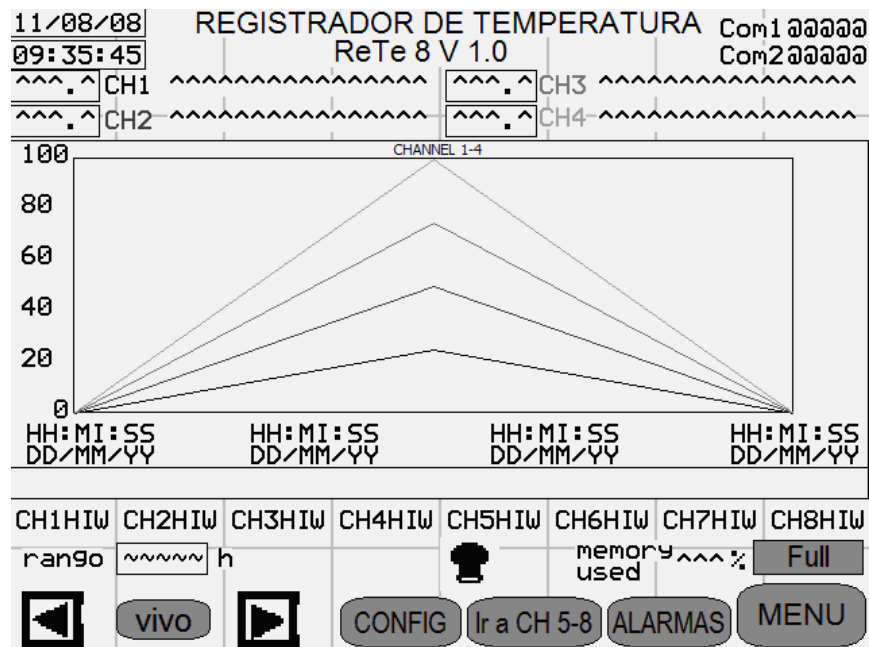
Para un funcionamiento óptimo y correcto revise el voltaje de entrada de su industria antes de realizar cualquier conexión.

Interfaz HMI

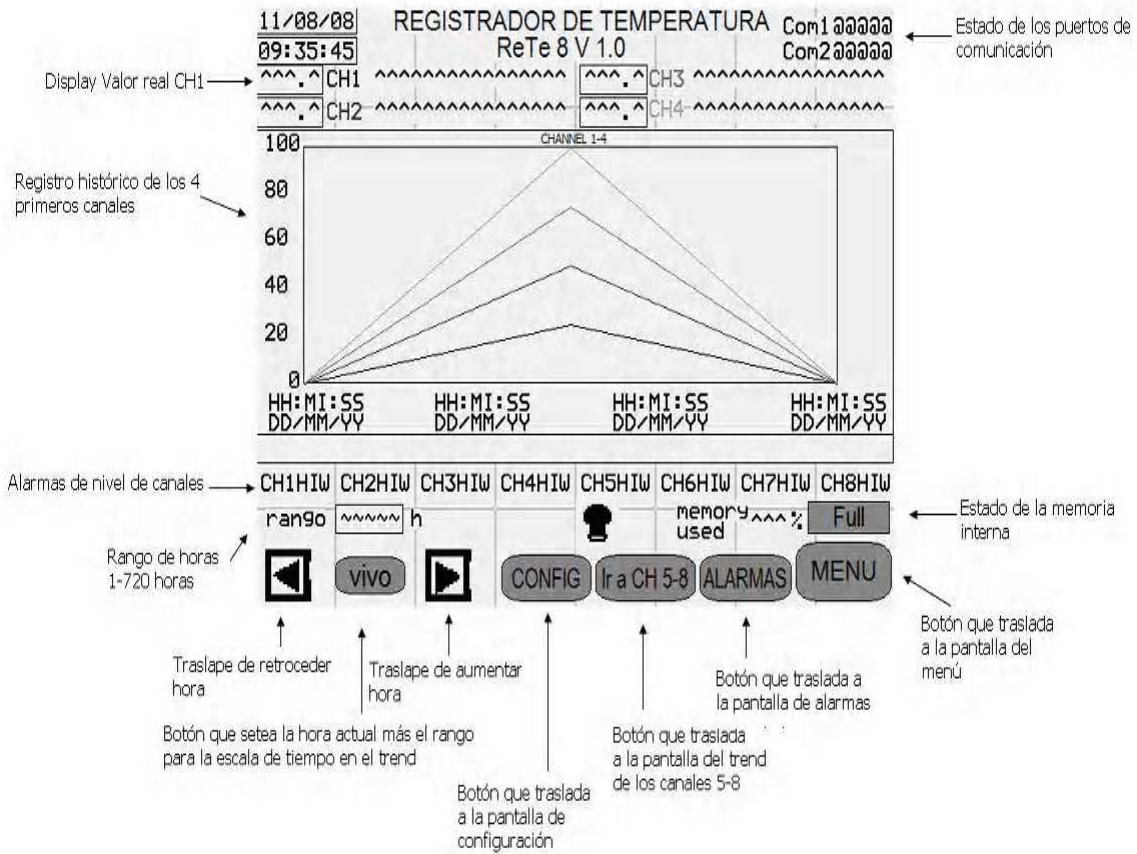
El registrador es manipulado mediante una interfaz gráfica que está instalada en la pantalla HMI en el cual usted podrá acceder a los datos de las entradas es decir las termocuplas y manipularlos para su funcionamiento.

Se describe a continuación la interfaz desarrollada para el control de temperatura del registrador:

Pantalla Principal

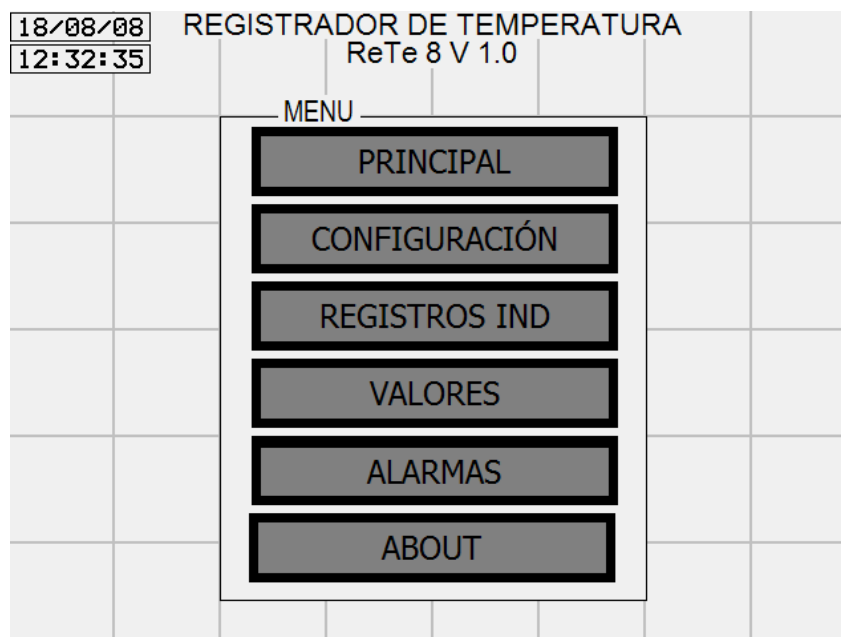


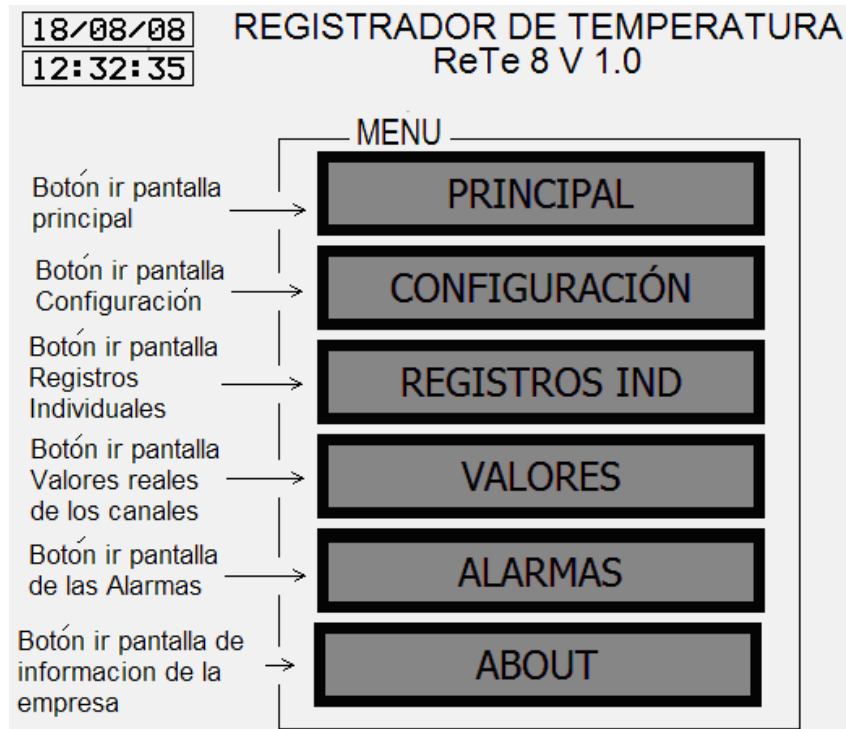
En esta pantalla el operador puede interactuar con la planta en tiempo real, aquí el operador puede manipular los siguientes elementos:



En esta pantalla se observa el trend histórico de los cuatro primeros canales con sus respectivos valores reales instantáneos, los nombres de los canales, los traslapes de tiempo con su respectivo rango.

Menú

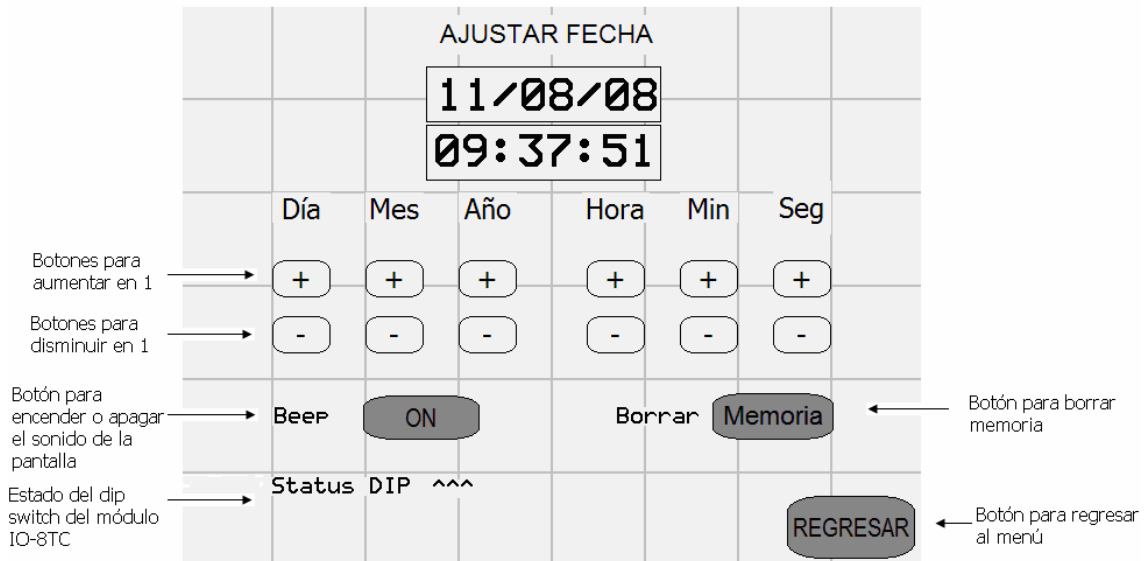




En esta pantalla se observa el Menú y se puede escoger cualquiera de las opciones.

Configurar Fecha

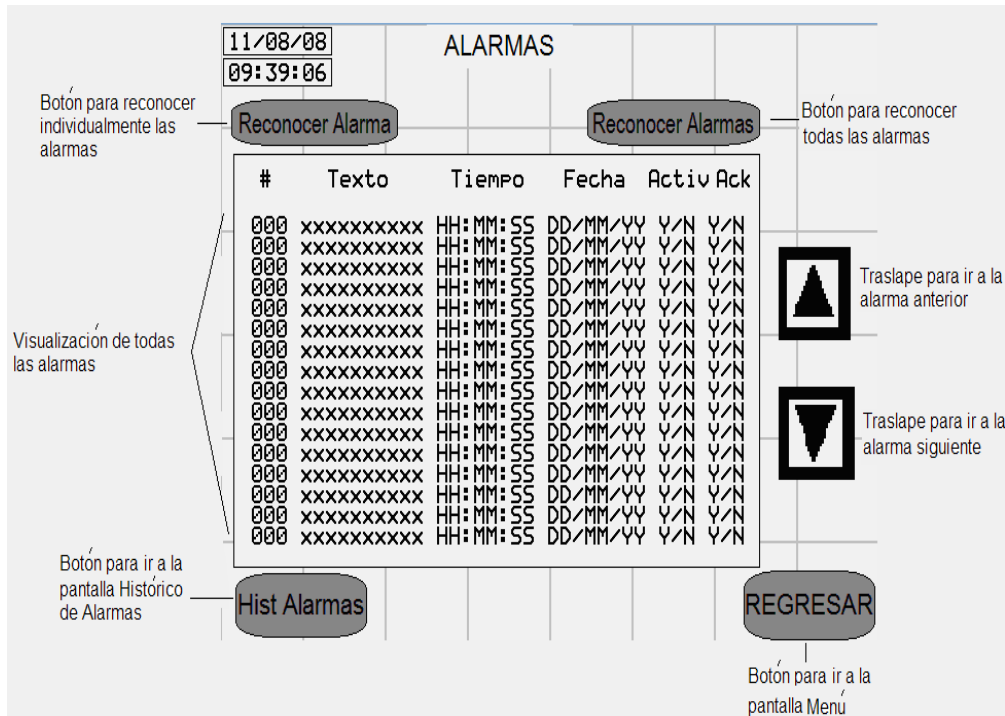
AJUSTAR FECHA						
11/08/08						
09:37:51						
Día	Mes	Año	Hora	Min	Seg	
+	+	+	+	+	+	
-	-	-	-	-	-	
Beep	ON		Borrar	Memoria		
Status	DIP ^^^					REGRESAR



En esta pantalla se puede ajustar la fecha y la hora además de prender o apagar el sonido de la pantalla al ser tocada, también tenemos el botón para borrar la memoria.

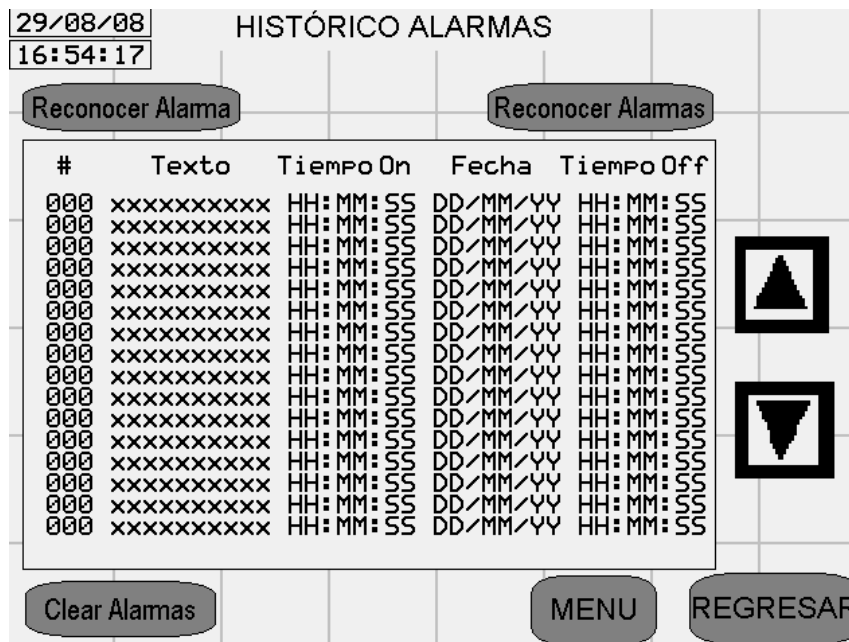
Configuración Canal 1

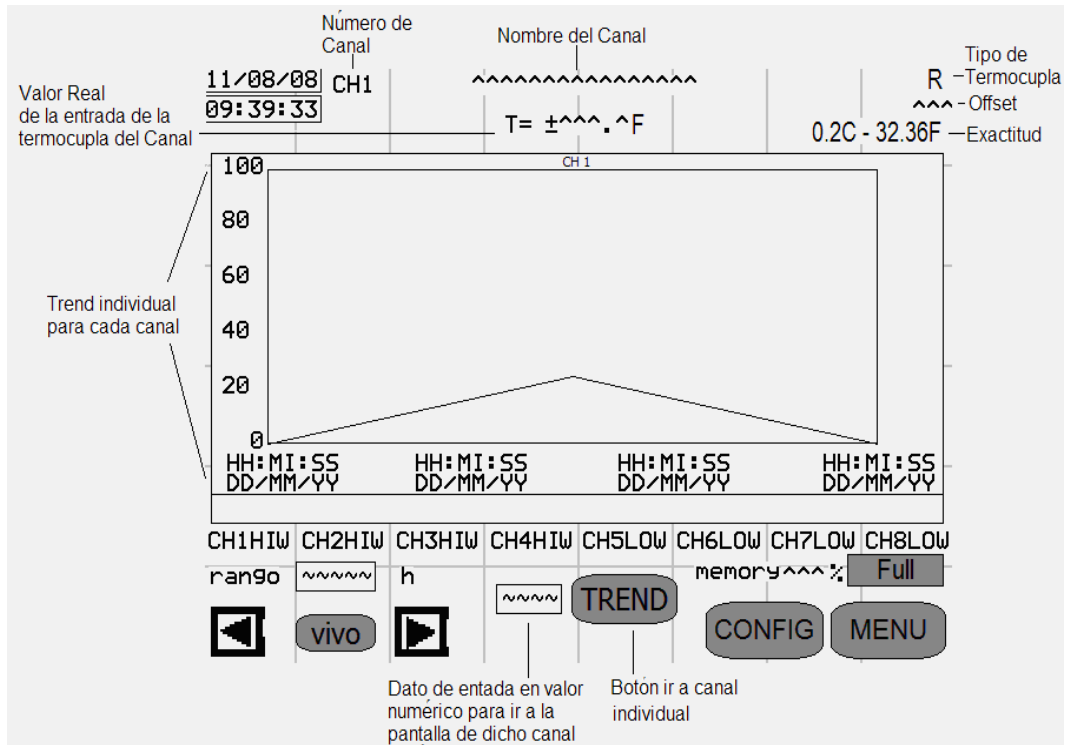




En esta pantalla se muestran todas las alarmas generadas en tiempo real por las entradas de las termocuplas como nivel alto o bajo.

Histórico de Alarmas

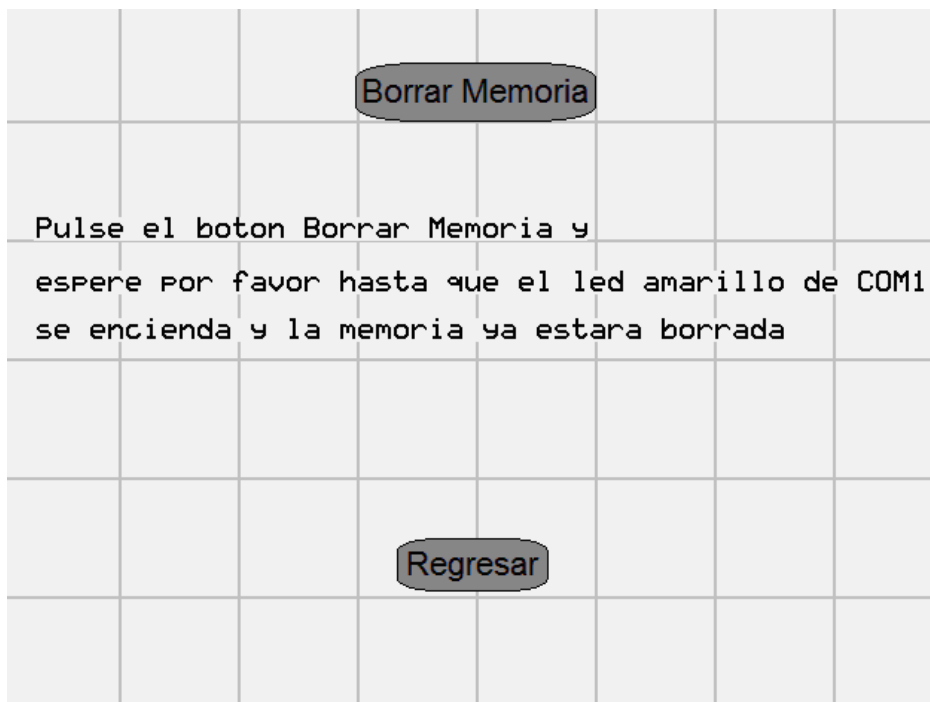




En esta pantalla se visualiza el trend del canal 1 CH1 con su nombre, tipo de termocupla, unidades, y exactitud de la medición, también se tiene los traslapes para retroceder o adelantar las horas.

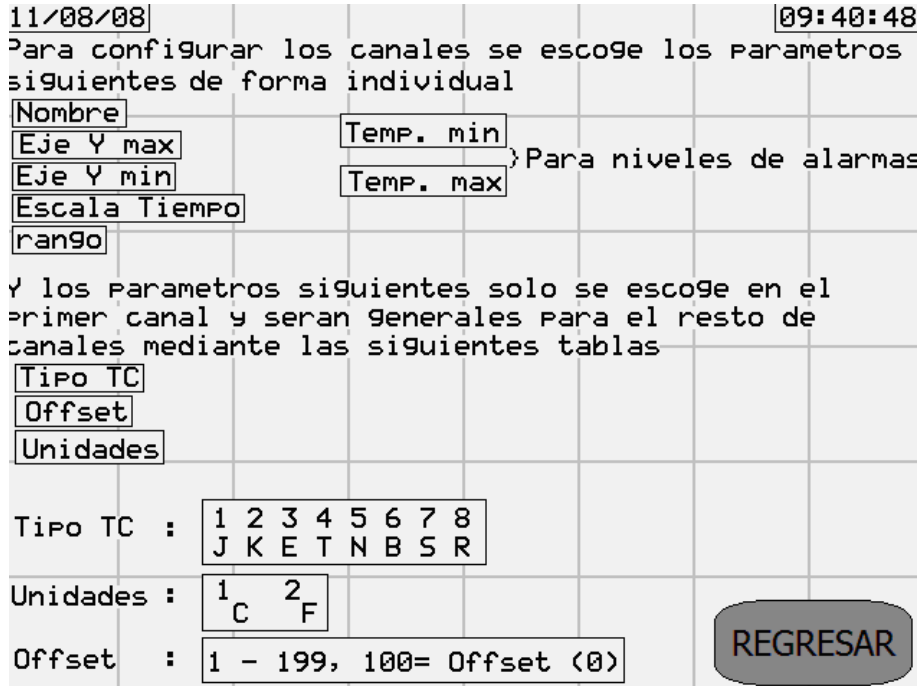
Así para cada uno de los ocho canales.

Borrar Memoria



Esta pantalla sirve para borrar la memoria cuando la memoria del registrador este completa.

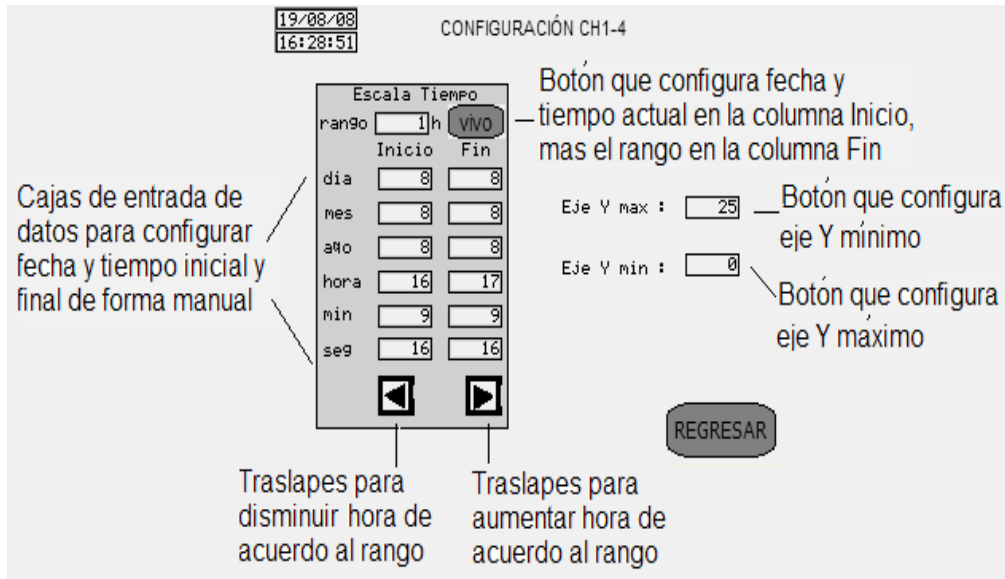
Ayuda



En esta pantalla se puede observar como se debe configurar los parámetros del registrador.

Configuración Pantalla Principal

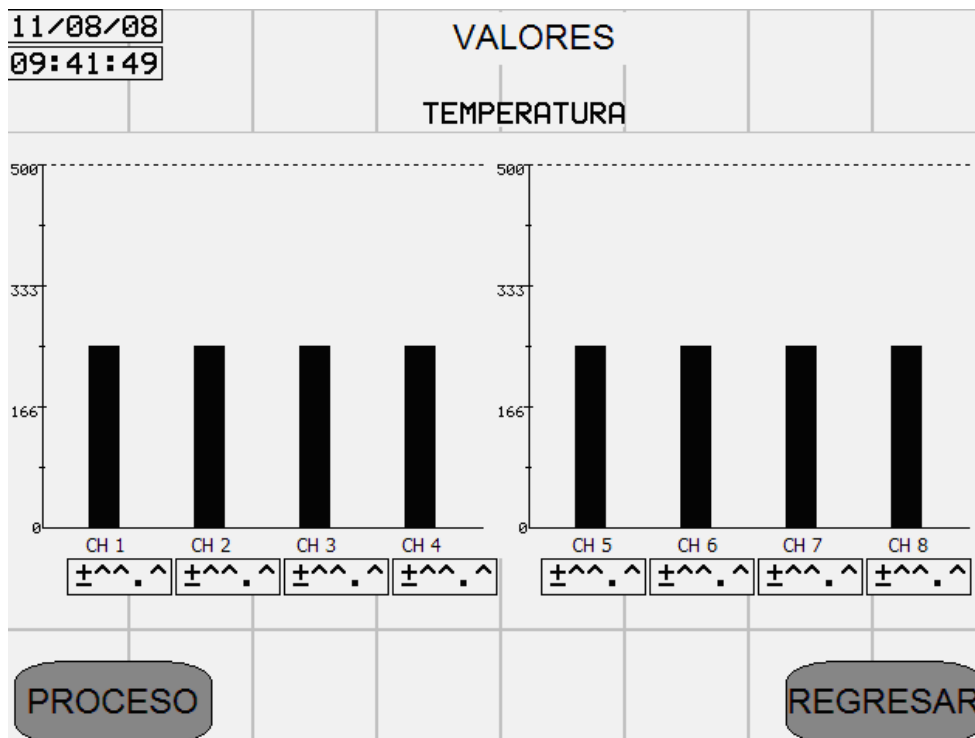


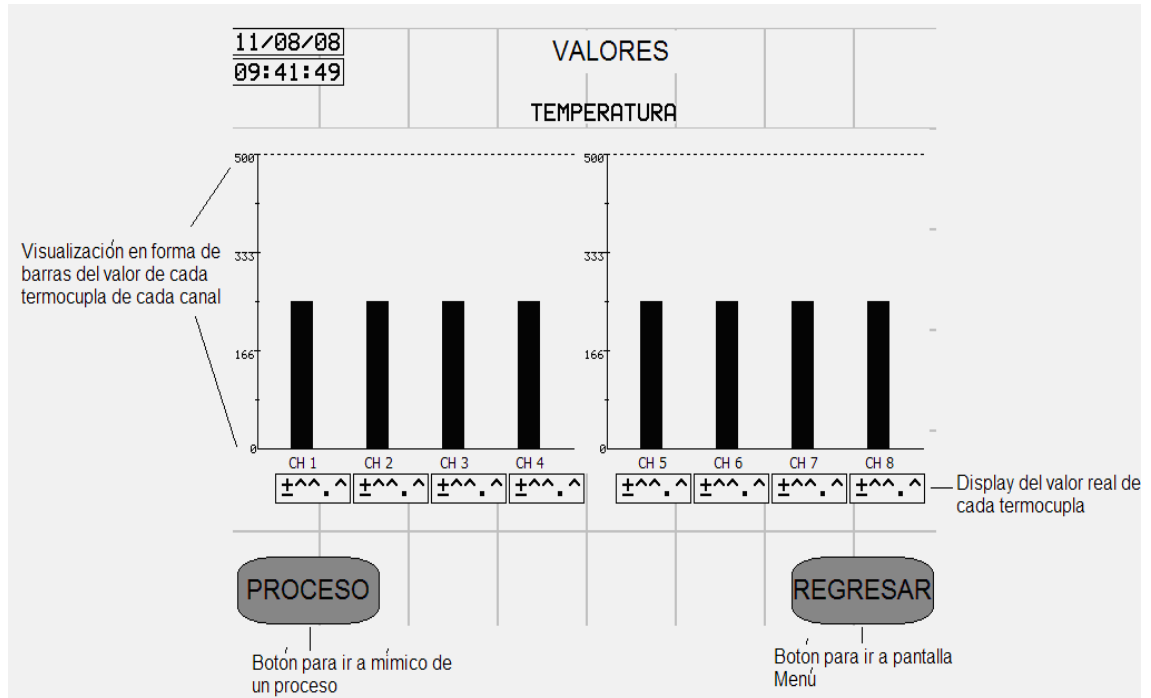


En esta pantalla se puede configurar las escalas de los ejes del trend de la pantalla principal así también como la escala de tiempo.

También tenemos una pantalla semejante para configurar la pantalla del trend de los canales 5-8.

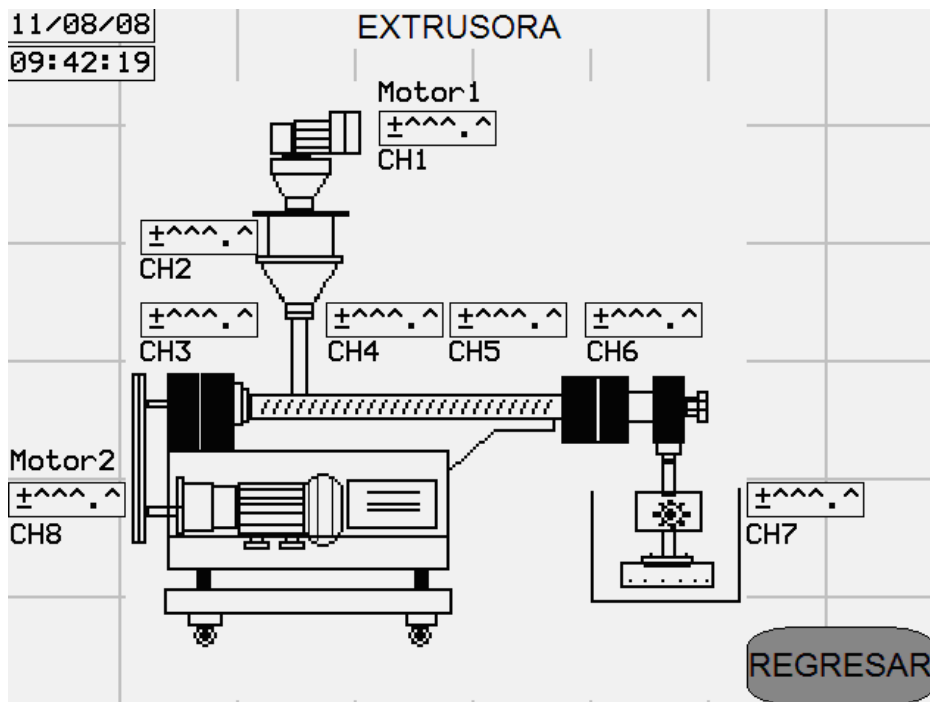
Valores





En esta pantalla llamada Valores se muestran en forma gráfica como barras los valores reales de cada canal.

Proceso



Si el límite superior es sobrepasado se encenderá una alarma indicando el problema y empezará a titilar un mensaje: “CH1 HI”, “CH2 HI”, “CH3 HI”, “CH4 HI”, “CH5 HI”, “CH6 HI”, “CH7 HI”, “CH8 HI”, dependiendo de la configuración de cada canal.

Si el límite inferior es sobrepasado se encenderá una alarma indicando el problema y empezara a titilar un mensaje: “CH1 LOW”, “CH2 LOW”, “CH3 LOW”, “CH4 LOW”, “CH5 LOW”, “CH6 LOW”, “CH7 LOW”, “CH8 LOW”, dependiendo de la configuración de cada canal.

NOTA Estas alarmas funcionarán si alguna de las termocupla no esta conectada al módulo IO-8TC, y dejaran de titilar hasta que se conecte una termocupla o, se configure un valor de 50000 en la pantalla de configuración de cada canal para el nivel alto y un valor de 0 para el nivel bajo

Switch de Encendido/Apagado

ON OFF



Este seleccionador se encuentra en la parte frontal del tablero

ON Encendido

OFF Apagado

Permite activar o desactivar todo el sistema.

Especificaciones

Las especificaciones de producto y la información de configuración están diseñadas para toda la serie de un producto. Para obtener más información detallada sobre las funciones y especificaciones de su sistema industrial, por favor visite el sitio Web de I&C Control S.A. en www.iandcecontrol.com.

Si bien I&C Control S.A. ha hecho todo lo posible por garantizar la precisión de la información suministrada en el presente documento en el momento de su publicación, las especificaciones del producto, las configuraciones, la disponibilidad del sistema industrial, de los componentes y de las opciones están sujetos a cambios sin previo aviso. Si desea obtener la información de producto más actualizada acerca de su sistema industrial “Registrador de Temperatura” o para mantenerse al día sobre las diversas opciones de software o hardware, visite el sitio Web de I&C Control S.A. en www.iandcecontrol.com, o escriba sus dudas o sugerencias a robertopolo25@gmail.com

MODELO:	ReTe8 V 1.0
Display:	5.7" (184mm x 126mm) Display Gráfico Monocromático
Píxeles:	320 x 240
Alimentación:	24 VDC
Temperatura de operación:	0 a 70°C
Temperatura de almacenamiento:	-20 a 60°C (-4 a 140°F)
Memoria:	2 MB memoria data logger (8 horas continuas)
Comunicación:	Módulo port: RS-485 9 pin D-sub (hembra) Download/program port: RS-232/RS-422/RS-485 9-pin D-sub (hembra)
Dimensiones:	(300 x 400 x 280 mm)
Módulo IO8-TC:	8 entradas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRAINCHILD ELECTRONIC, CO, LTD. "Human Machine Interface HMI 601", 6F, 209, Chung Yong Road, Nan Kang Dist, Taipei, Taiwan, R.O.C [Junio 2006].
- [2] BRAINCHILD ELECTRONIC, CO, LTD. "Data Acquisition Modules/Distributed IO Modules", 6F, 209, Chung Yong Road, Nan Kang Dist, Taipei, Taiwan, R.O.C [Abril 2007].
- [3] AUTOMATIONDIRECT INC., "The common sense way to buy industrial controls", 3505 Hutchinson Road-Cumming, GA 30040 USA [Mayo 2007].
- [4] <http://www.brainchild.com.tw>

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Estructura General del Software HMI	2
Figura 1.2. Estructura de un Sistema SCADA	8

CAPÍTULO 2

Figura 2.1. Configuración HMI	15
Figura 2.2. Operación normal HMI-PLC.....	16
Figura 2.3. Módulo de entradas de termocupla IO-8TC.....	17
Figura 2.4. Indicadores de estado del módulo IO-8TC	18
Figura 2.5. Cableado de las termocuplas a las entradas del módulo IO-8TC	19
Figura 2.6. Pantalla de inicio del programa HMI	21
Figura 2.7. Pantalla de tareas del programa HMI	21
Figura 2.8. Pantalla general para realizar el programa HMI	22
Figura 2.9. Tags del programa HMI	23
Figura 2.10. Conector del puerto de comunicación de la pantalla HMI 601	27
Figura 2.11. Conector del puerto de comunicación del módulo IO-8TC	27
Figura 2.12. Configuración de comunicación de la pantalla HMI con el módulo IO-8TC.....	28

CAPÍTULO 3

Figura 3.1. Lógica de control	31
Figura 3.2. Sección de la lógica ladder para traslapes de tiempo.....	33
Figura 3.3. Pantalla Principal del Registrador de Temperatura	34
Figura 3.4. Menú del Registrador de Temperatura	35
Figura 3.5. Pantalla Configurar Fecha	35
Figura 3.6. Pantalla Configurar Channel 1	36
Figura 3.7. Pantalla de Alarmas en tiempo real	37
Figura 3.8. Pantalla de Histórico de Alarmas	37
Figura 3.9. Pantalla de Trend histórico individual CH1	38
Figura 3.10. Pantalla Borrar Memoria	39
Figura 3.11. Pantalla de Ayuda.....	39
Figura 3.12. Configuración Pantalla Principal	40
Figura 3.13. Pantalla Valores.....	41
Figura 3.14. Pantalla Proceso.....	41

CAPÍTULO 4

Figura 4.1. Equipo implementado y conexiones47

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1. Descripción de los Requerimientos de Hardware	15
Tabla 2.2. Pantalla HMI 601	16
Tabla 2.3. Descripción de las especificaciones técnicas del IO-8TC.....	17
Tabla 2.4. Descripción de los Registros del IO-8TC.....	19
Tabla 2.5. Descripción de los Registros del Sistema.....	24
Tabla 2.6. Descripción de las Bobinas del Sistema	25
Tabla 2.6. Descripción de la Unidad de Configuración de Memoria	26

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1. Descripción de materiales utilizados y costos	46
--	----

GLOSARIO

HMI: "Human Machine Interface", Interfaz Humano-Máquina.

IO-8TC: Módulo de entradas de termocuplas de 8 canales.

HMI Studio: Software de programación para pantallas Brainchild.

PLC: Controlador Lógico Programable.

UTR: Unidad Terminal Remota.

POPUP: Pequeña porción de una ventana de la pantalla HMI.

TAGS: Etiquetas o variables del software HMI.

RS485: Forma de comunicación entre dispositivos electrónicos.

TERMOCUPLAS: Sensores de temperatura.

DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

1. TABLERO GENERAL
2. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE ELEMENTOS
3. DIAGRAMA ELÉCTRICO
4. DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE ELEMENTOS

