

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

**Propuesta de automatización de un piso
administrativo de la Refinería de Petróleo “Camilo
Cienfuegos”**

Autor: Gustavo García Sosa

Tutor: Dr. C. Boris Luis Martínez Jiménez

Lic. Mario A. Moreira Martínez

Santa Clara

2010

"Año 52 de la Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

Propuesta de automatización de un piso administrativo de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”

Autor: Gustavo García Sosa

E-mail: ggsosa@uclv.edu.cu

Tutor: Dr. C. Boris Luis Martínez Jiménez

E-mail: boris@uclv.edu.cu

Lic. Mario A. Moreira Martínez

E-mail: mmoreira@pdvcupetsa.cu

Consultante: Maikel Martín Peraza

Robby Gustabello Cogle

Santa Clara

2010

"Año 52 de la Revolución"



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Automática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

“La batalla de la vida no siempre la gana el hombre más fuerte o el más ligero, pues tarde o temprano el hombre que gana es aquel que cree poder hacerlo”

Víctor Hugo

DEDICATORIA

A mis padres por darme todo lo que necesito: amor,

A mis abuelos, a los que están y a los que ya no están,

A mis hermanas que tanto quiero,

A toda mi familia, y en especial a mi tía Dalia,

A mis amigos, a los que no voy a mencionar para que no se me quede ninguno,

Pero sobre todo a alguien que hoy no está entre nosotros, alguien que seguro hubiera hecho muy buena tesis,

A Danilo.

AGRADECIMIENTOS

A Maikel por ayudarme tanto aún casi sin poder,

Al personal de Copextel por su gran colaboración,

A los trabajadores de la Refinería por acogerme como uno más,

A Robby por su incondicional ayuda,

A Boris y Mario Moreira,

A todos mis compañeros que siempre me ayudaron,

Y a mis profesores.

TAREA TÉCNICA

1. Búsqueda de información acerca de las tecnologías para la automatización de edificios administrativos, conocida como inmótica, y sobre los autómatas programables.
2. Realización del levantamiento de climas y luces, para determinación de la cantidad de entradas y salidas a controlar.
3. Elaboración del mapa de memoria.
4. Programación del PLC.
5. Confección del documento de tesis.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

En el presente trabajo se tiene como objetivo general programar el PLC K7M-DR60U para la automatización del clima y alumbrado, con el fin de disminuir el consumo de energía en el segundo piso del título 36 de la Refinería Camilo Cienfuegos, para esto se realizó un levantamiento de equipos de climatización y luces, pues no se contaba con precisión de la cantidad de variables a manipular; luego con los resultados obtenidos se confeccionó el mapa de memoria, facilitando la programación del PLC; y por último se elaboró la tarea técnica, la cual encierra las especificaciones requeridas por el sistema.

La realización de este trabajo fue necesaria porque en la instalación debido a que es una empresa mixta, el servicio de electricidad se paga en divisa, por el cual se pagan altas sumas ya que es una planta altamente consumidora de energía. En esta entidad existe control de clima centralizado en el título 800 y en el 62, por lo que un control de alumbrado sería novedoso, y junto con el con el del clima contribuiría a un mayor ahorro energético.

Como resultado más relevante tenemos que se cumplieron todos los objetivos, tanto el principal como los específicos.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TAREA TÉCNICA	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
Organización del informe	4
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 ¿Por qué, para qué y cómo?	5
1.2 Inmótica.....	6
1.2.1 Tipo de arquitectura	7
1.2.2 Protocolos y estándares.....	7
1.3 Automatas programables.....	12
1.3.1 Definición e historia.....	12
1.3.2 Estructura	15
1.3.3 Características principales de los autómatas.....	15
1.3.4 Módulos de E/S.....	16
1.3.5 Periféricos	18

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
2.1 MASTER-K120S	19
2.1.1 MASTER-K120S (K7M-DR60U).....	21
2.1.2 Temporizadores	22
2.1.3 Módulo RTC	22
2.1.4 Módulo de entrada analógica RTD.....	23
2.2 KGLWIN.....	26
2.2.1 Dispositivos de memoria de la serie MASTER-K.....	27
2.2.2 Instrucciones utilizadas en la programación.....	28
2.3 Levantamiento de luces y climas	37
2.3.1 Mapa de memoria	38
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN (u otro nombre de capítulo).....	40
3.1 Tarea técnica	40
3.1.1 Validación del programa.....	41
3.2 Análisis económico	47
3.3 Conclusiones del capítulo	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
Conclusiones.....	50
Recomendaciones	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	53
Anexo I Planos.....	53
Anexo II Mapa de memoria.....	55

INTRODUCCIÓN

El termino inmótica es poco conocido y se refiere a la gestión técnica automatizada de edificios del sector terciario como pueden ser hoteles, ayuntamientos, museos, oficinas, bancos, etc. A diferencia de la domótica, orientada a viviendas unifamiliares, la inmótica abarca edificios grandes con distintos fines específicos y orientados no solo a la calidad de vida, sino a la calidad del trabajo.

Lo más importante es determinar qué funciones se desea gestionar automáticamente, cuándo y cómo. Para ello se emplean las mismas técnicas de automatización de la domótica pero particularizadas a los sistemas de automatización que se desean incorporar.

Aunque normalmente se tiende a emplear el concepto de sistemas domóticos cuando se trata indistintamente de viviendas o edificios, el concepto apropiado que se debe emplear cuando se refiere a grandes edificios es el de inmótica y no el de domótica.

La programación y automatización de funciones tiene una gran cantidad de atractivas aplicaciones, que se suelen enmarcar dentro de las cinco áreas funcionales de la inmótica. Estas cinco áreas son: Seguridad, Comodidad, Ahorro energético, Comunicaciones y Ocio.

En cuanto a las tecnologías empleadas en la automatización, se pueden dividir en dos grandes grupos. Por un lado las cableadas y por otro las tecnologías programadas o programables.

Los automatismos cableados se realizan a base de uniones físicas de los distintos elementos que integran la unidad de control. Esas conexiones se realizan en base a un análisis minucioso del proceso y un planteamiento teórico del problema en base a las ecuaciones de Boole. Esta tecnología que ha sido extensamente utilizada en el pasado, hoy día apenas se

utiliza por los inconvenientes que plantea (demasiado espacio, poca flexibilidad, difícil identificación de averías, complejidad para problemas ininteligibles, coste).

Los autómatas programables aportan una disminución de costes considerable, eliminando la mayoría de los inconvenientes que hemos mencionado, pero implica la necesidad de personal especializado para su mantenimiento y control.

El PLC *Programmable Logic Controller* (Controlador Lógico Programable), consigue entre otras muchas cosas, que ciertas tareas se hagan de forma más rápida y evita que el hombre aparezca involucrado en trabajos peligrosos para él y su entorno más próximo. Hoy día estamos rodeados por estos mecanismos, tanto que, han rebasado la frontera de lo industrial para hacerse más cercanos: en semáforos, gestión de la iluminación de fuentes, parques, jardines, control de puertas automáticas, etc. y hasta en la propia vivienda y edificios administrativos: control de puertas y ventanas, iluminación, climatización, etc.

El desarrollo de los Controladores Lógicos Programables estaba dirigido originalmente por los requerimientos de los fabricantes de automóviles quienes cambiaban constantemente los sistemas de control en sus líneas de producción para acomodarlos a sus nuevos modelos de carros. En el pasado, esto requería un extenso re-alambrado de bancos de relevadores y contactores, un procedimiento muy costoso. Estos sistemas basados en relés tenían, además, un tiempo de vida muy limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto. El cableado de muchos relés en un sistema muy grande era muy complicado; si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta. A finales de los años '60 del pasado siglo los sistemas de control industriales basados en relés y programadores secuenciales electromecánicos empezaron a ser sustituidos por pequeños controladores lógicos programables, como resultado de las demandas de la industria automotriz, que necesitaba reducir los enormes costos implicados en el reemplazo de los sistemas de relés. Este nuevo controlador tenía que ser fácilmente programable, con una vida útil larga y ser resistente a ambientes difíciles, además de emplear técnicas de programación conocidas.

Los autómatas programables se han venido utilizando además durante mucho tiempo en el control de procesos industriales. De hecho, los primeros sistemas de control para edificios fueron realizados mediante autómatas. La flexibilidad y versatilidad de estos equipos es indiscutible.

Gracias a la posibilidad de integración que tienen los autómatas programables, es totalmente posible el controlar un edificio mediante el uso exclusivo de estos elementos. El inconveniente mayor puede ser el desarrollo del proyecto, ya que se debe dominar técnicamente la programación e instalación de los autómatas.

Dentro de la gran variedad de fabricantes de este producto se destacan firmas conocidas, tales como: Siemens, LG, Omron, ABB, Schneider Electric, Rockwell (Allen Bradley) y General Electric. En Cuba existen empresas comercializadoras de los productos de estas firmas como es el caso de LG. Dada las facilidades que le brinda este fabricante a nuestro país y las prestaciones del propio producto de esta marca, muchas de nuestras industrias automatizadas emplean autómatas programables de esta firma y es el que se propone programar en este trabajo.

La Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” comenzó la etapa de proyección, y movimiento de tierra en el periodo comprendido entre 1977 y 1983, y su construcción y montaje se realizó entre 1983 y 1990 con tecnología soviética. Esta operó de manera intermitente entre 1990 y 1995, en el que procesó un millón 200 mil toneladas de crudo. Sin embargo, debido a la desaparición de la URSS y el derrumbe del campo socialista su infraestructura sufrió un deterioro sensible, revertido ahora por un intenso proceso inversionista que cuenta con la colaboración Venezuela.

En dicha instalación, debido a que es una empresa mixta, todos los servicios se pagan en divisa dentro de los que se incluye el servicio de electricidad, por el cual se pagan altas sumas ya que es una planta altamente consumidora de energía. Es por esto que surge la idea e iniciativa de automatizar el sistema de clima y alumbrado del 2do piso del título 36 a modo de prueba para en caso de lograr un menor consumo, aplicar a otros lugares de la instalación.

Por lo tanto se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Programar el PLC MASTER-K120S (K7M-DR60U) para la automatización de un piso administrativo con el fin de disminuir el consumo de energía.

Objetivos específicos:

- ❖ Realizar un levantamiento de las luces y climas, tanto de la cantidad como su distribución espacial.
- ❖ Confeccionar el mapa de memoria.

Elaborar la tarea técnica (descripción de lo que se debe programar).

Organización del informe

El presente trabajo de diploma constará de tres capítulos: **Revisión Bibliográfica** donde se abordarán temas tales como: la necesidad del trabajo, el problema a resolver, y la fundamentación de los objetivos del trabajo, la inmótica y los autómatas programables; **Materiales y Métodos** donde se hablará de las características del autómata empleado, y del KGLWIN como herramienta de *software* para la programación del PLC; **Análisis de los Resultados Alcanzados** donde se realizará un análisis de los resultados obtenidos en el trabajo y se discutirá su importancia económica. Luego de estos capítulos estarán las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo se dará una breve panorámica de los aspectos teóricos relacionados con los temas que serán tratados, y se ubicará al lector acerca de algunos términos y definiciones utilizados. El primer epígrafe **¿Por qué, para qué y cómo?** que se dedicará a dar respuesta a estas interrogantes, o sea, explicará la necesidad del trabajo, el problema a resolver, y la fundamentación de los objetivos del trabajo; el segundo **Inmótica** donde se realizará una descripción de como se conoce en el mundo la automatización de edificios, así como su arquitectura y principales estándares; y como último epígrafe **Autómatas programables** donde se abarcará todo lo referente a los autómatas, como definición, historia, estructura, principales características, módulos de E/S (Entrada/Salida) y periféricos a los que son conectables.

1.1 ¿Por qué, para qué y cómo?

Dentro de las necesidades que existen en la actualidad de lograr la máxima eficiencia energética tenemos entre otras que con esta se reduce grandemente las emisiones contaminantes, la contribución al desarrollo sustentable, y la disminución de exportaciones de petróleo para la generación de energía. La reducción de las importaciones de energéticos y la reducción de costos que pueden ser utilizados para el desarrollo. A nivel de empresa el incremento de la eficiencia energética reduce las cuentas de energía, incrementa la competitividad, eleva la productividad y las ganancias.

Nadie duda de que el mayor gasto energético de nuestra sociedad se concentra en tres elementos: la industria, el transporte y la edificación, entendida como el acto de utilizar los edificios como espacios micro-climatizados. La persecución de un mayor ahorro energético

ha sido una constante desde la propia revolución industrial, e incluso responde a una ley natural de todo organismo vivo.(Navares 2008)

Dos son los principales consumidores energéticos de la construcción: la climatización (75% del consumo total) y la iluminación (20%) sobresalen con mucho sobre el resto de partidas (alarmas, accesos, etc.).(Navares 2008)

En la Refinería Camilo Cienfuegos debido a que es una empresa mixta, todos los servicios los paga en divisa dentro de los que se incluye el servicio de electricidad, por el cual se pagan altas sumas ya que es una planta altamente consumidora de energía. Es por esto que surge la idea e iniciativa de automatizar el sistema de clima y alumbrado del 2do piso del título 36 a modo de prueba, con perspectivas de aplicarlo en el resto de los locales de la instalación para así lograr un menor consumo y todos los beneficios que esto representa. La automatización se realizará mediante la programación del PLC MASTER-K 120S (K7M-DR60U).

1.2 Inmótica

El término inmótica es poco conocido y se refiere a la gestión técnica automatizada de edificios del sector terciario como pueden ser hoteles, ayuntamientos, museos, oficinas, bancos, etc. A diferencia de la domótica, orientada a viviendas unifamiliares, la inmótica abarca edificios grandes con distintos fines específicos y orientados no solo a la calidad de vida, sino a la calidad del trabajo.

Aunque normalmente se tiende a emplear siempre el concepto de sistemas domóticos cuando se trata indistintamente de viviendas o edificios, el concepto apropiado que se debe emplear cuando se refiere a grandes edificios es el de inmótica y no el de domótica.

“La inmótica en edificios, es la integración total de elementos y servicios del mismo en un sistema de automatización, cuyo objetivo principal es ayudar o facilitar al gestor del edificio a mejorar la calidad de servicio a sus ocupantes y/o clientes:

- I. Permitiendo el control y supervisión del personal.*
- II. Controlando las instalaciones técnicas.*
- III. Optimizando los recursos.*

IV. Obteniendo grandes ahorros de energía.

La integración tecnológica del edificio mediante los sistemas de comunicación y control buscan crear una edificación con una infraestructura que provea a sus usuarios de un ambiente flexible, efectivo, confortable y seguro, además de mejorar el medio ambiente del edificio y la funcionalidad del mismo para con sus ocupantes mientras se consigue un control de los costos.”(Cerón 2009)

1.2.1 Tipo de arquitectura

La arquitectura de un sistema inmótico, como la de cualquier sistema de control, especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar. Existen dos arquitecturas básicas: la arquitectura centralizada y la distribuida.

Arquitectura centralizada: Es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control del edificio (PC o similar).

El sistema de control es el corazón del edificio, en cuya falta todo deja de funcionar, y su instalación no es compatible con la instalación eléctrica convencional en cuanto que en la fase de construcción hay que elegir esta topología de cableado.(María José Cobos Franco 2006)

Arquitectura distribuida: Es aquella en la que el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar.

Hay sistemas que son de arquitectura distribuida en cuanto a la capacidad de proceso, pero no lo son en cuanto a la ubicación física de los diferentes elementos de control y viceversa, sistemas que son de arquitectura distribuida en cuanto a su capacidad para ubicar elementos de control físicamente distribuidos, pero no en cuanto a los procesos de control, que son ejecutados en uno o varios procesadores físicamente centralizados.(María José Cobos Franco 2006)

1.2.2 Protocolos y estándares

“El protocolo que ha tomado la Unión Europea como propio para instalaciones de control y automatización es Konnex, especificado en la norma EN-50090. Konnex surge de un proceso de convergencia entre los tres protocolos más utilizados en Europa: EIB,

BatiBus y EHS. Principalmente se basa en la pila de protocolos de EIB, añadiendo las interfaces de BatiBus y EHS. Esto hace que Konnex sea compatible con instalaciones anteriores basadas en EIB, y dependiendo del modo de funcionamiento de los dispositivos también con EHS. En cambio para BatiBus no existe compatibilidad.

El principal competidor de Konnex es Lonworks. Es un estándar definido por Echelon y reconocido por la EIA como el EIA-709. Los productos basados en Lonworks tienen más penetración en Estados Unidos, aunque existen algunos europeos basados en este protocolo.”(Pascual 2006)

Ahora haremos un análisis de los dos principales estándares por separado:

❖ **Konnex**

EIB European Installation Bus (Bus de Instalación Europeo) es apropiado para viviendas, edificios, oficinas, hoteles, escuelas, polideportivos, grandes superficies y ayuntamientos. Así mismo, efectúa la comunicación directa, gobierna todas las funciones a través de la única línea de Bus existente, es decir sin precisar de una central, como por ejemplo:

- Regulación de la iluminación.
- Control de subida y bajada de persianas.
- Regulación de la calefacción. Ventilación y climatización.
- Gestión de cargas eléctricas.
- Seguridad, vigilancia y avisos.
- Interfaces para sistemas de servicios y sistemas de control de edificios.

Características generales:

El Instabus EIB consiste en una línea de dos hilos a los que se conectan una serie de aparatos llamados elementos de bus que utilizan una tensión de seguridad.

La alimentación es de 24 V (+6V/-4). Con una tensión inferior a 20 V se desconectan los elementos del bus. La velocidad de transmisión de los datos es de 9,6 Kb/s, con lo que no se requiere resistencia de terminación en el bus.(Cuéllar 2005)

Características de instalación:

Como el sistema trabaja de forma descentralizada, puede tener estructura lineal, estrellada o ramificada. La estructura del cableado del bus dentro de una misma línea, puede ser en línea, en estrella o en árbol. También puede ser una combinación de estas.

La distancia máxima entre dos dispositivos es de 700m. El largo total de cable Instabus es de máximo 1000m. En cada área, con un acoplador, se pueden conectar 12 líneas de bus con 64 dispositivos por cada una, pero pudiéndose direccionar hasta 256 por línea.(Cuéllar 2005)

BatiBUS, desarrollado por MERLIN GERIN, AIRELEC, EDF y LANDIS & GYR, fue uno de los primeros buses disponibles en el mercado. Su primer objetivo era el desarrollo de productos para el hogar que se comunicaran usando el BatiBUS. Estas empresas fueron los miembros fundadores del club internacional del BatiBUS (BCI) en 1989. El objetivo del club era y es extender las aplicaciones a otro tipo de ámbitos y aplicaciones.

BatiBUS es un bus único que posibilita la comunicación entre todos los módulos (sensores, actuadores y unidades de proceso) de un sistema de control de un edificio, tales como calor, aire acondicionado, iluminación y funciones de cierre.

Además, BatiBUS soporta múltiples aplicaciones y es en sí mismo un protocolo. Es totalmente abierto y cualquiera es libre de desarrollar un acceso BatiBUS.

Su instalación es muy sencilla, pues cuenta con una red de suministro remota y una topología totalmente abierta.(Cuéllar 2005)

Medio físico:

El medio físico puede ser simplemente un par trenzado que puede o no estar apantallado, dependiendo esto del ruido electromagnético presente en la zona de instalación. La línea tiene polaridad (0-15V).(Cuéllar 2005)

Instalación:

La elección del cable debe tener en cuenta la regulación existente sobre seguridad eléctrica:

- Los cables autorizados son los BatiBUS vendidos por Merlin Gerin o cualquier par trenzado, apantallado o no.

- La implementación no tiene restricciones específicas. Casi todas las zonas son posibles. Si se encuentra cerca de otros cableados, el instalador debe tener en cuenta las restricciones del cableado referente a las características de línea de voltaje extremadamente bajo.(Cuéllar 2005)

Longitud de la red:

La distancia entre la unidad central y el punto más lejano depende de la resistencia del cable conductor. La longitud total de la red depende de la capacidad parásita existente entre los dos cables del bus (el máximo se encuentra en unos 2000 metros de longitud para un cable con sección de 2,5 mm².(Cuéllar 2005)

Topología:

Como habíamos comentado, la topología es libre. Además, no es necesario que la impedancia esté adaptada.

Por otro lado, el suministro de potencia a determinados sensores es posible (sensores de temperatura, de presión, entre otros). Con un consumo típico de estos elementos entorno a 2mA, entonces es posible el suministro de potencia de hasta 75 elementos a través del bus.

El direccionamiento es fácilmente configurable en los dispositivos en el momento de la instalación con la ayuda de ruedecillas para la codificación, micro-interruptores, etc.(Cuéllar 2005)

EHSA *European Home Systems Association* es una organización abierta cuyo objetivo es dar soporte y promover en la industria europea sistemas domóticos e inmóticos. Entre sus miembros se incluyen fabricantes multinacionales con grandes capacidades para la investigación y el desarrollo, como es Siemens.

El concepto EHS:

Para alcanzar los requerimientos de un sistema de automatización domótico, EHS define un sistema completo de red que soporta todas las funciones domésticas, de un modo fácilmente extensible, modular y configurable de forma automática. EHS se desarrolla y es mantenido por expertos pertenecientes a compañías líderes en el sector. EHS es un sistema abierto con gestión distribuida, funciones de control y apropiado para todos los medios comúnmente disponibles. Pruebas de conformidad con la especificación y guías para la

interoperabilidad, aseguran que los productos de diferentes proveedores puedan funcionar correctamente.(Cuéllar 2005)

Características del direccionamiento y comunicación EHS:

Los niveles de direccionamiento son varios, existe un direccionamiento para enlace de datos, un direccionamiento de red y un direccionamiento de aplicación. El gestor de configuración utiliza un direccionamiento de código único. Cada sección de red permite hasta 256 terminales direccionables. Las secciones de red pueden conectarse entre sí mediante dispositivos de ruteado. Por tanto, un sistema puede gestionar millones de direcciones (sobre unos 10^{12}).

La función de control de acceso al medio (MAC) arbitra qué unidad puede transmitir en caso de competencia por el medio. El arbitrio se resuelve comparando las señales enviadas y recibidas. Tras el arbitrio, una unidad se queda con el acceso al medio. El control de acceso es optimizado según las propiedades del medio físico. Las técnicas de codificación también son dependientes del medio. Por ejemplo, Power Line usa una codificación para la corrección y detección de errores.(Cuéllar 2005)

❖ **Lonworks**

Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992, desde entonces multitud de empresas vienen usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y automatización. Aunque está diseñada para cubrir los requisitos de la mayoría de las aplicaciones de control, sólo ha tenido éxito de implantación en edificios de oficinas, hoteles o industrias. Pero, debido a su coste, los dispositivos Lonworks no han tenido una implantación masiva en los hogares, sobretodo porque existían otras tecnologías de prestaciones similares mucho más baratas.

Conceptos básicos sobre Lonworks:

Cualquier dispositivo Lonworks, o nodo, está basado en un microcontrolador especial llamado Neuron Chip. Tanto este circuito integrado como el firmware que implementa el protocolo LonTalk fueron desarrollados por Echelon en el año 1990.

Del Neuron Chip podemos destacar:

- Tiene un identificador único, el Neuron ID, que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control. Este identificador, con 48 bits de ancho, se graba en la memoria EEPROM durante la fabricación del circuito.
- Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros.(Cuéllar 2005)

Medio físico:

El Neuron Chip proporciona un puerto específico de cinco pines que puede ser configurado para actuar como interface de diversos “*transceivers*” de línea y funcionar a diferentes velocidades binarias. Lonworks puede funcionar sobre RS-485 opto-aislado, acoplado a un cable coaxial o de pares trenzados con un transformador, sobre corrientes portadoras, fibra óptica e incluso radio.

El “*transceiver*” es el encargado de adaptar las señales del Neuron Chip a los niveles que necesita cada medio físico.(Cuéllar 2005)

1.3 Autómatas programables

Los autómatas programables se han venido utilizando durante mucho tiempo en el control de procesos industriales. De hecho, los primeros sistemas de control para edificios fueron realizados mediante autómatas. La flexibilidad y versatilidad de estos equipos es indiscutible, aunque vale destacar la implementación de ordenadores equipados con tarjetas de adquisición de datos.

Las tarjetas de adquisición de datos van conectadas directamente a un PC, en un rack de expansión determinado, con un software especializado mediante el cual se controla el funcionamiento de la tarjeta. Normalmente las señales necesitan un acondicionamiento antes de ser recogidas por la tarjeta. Este acondicionamiento puede ser en escala de tensión, traslación de señal, amplificación o aislamiento.(Cuéllar 2005)

1.3.1 Definición e historia

“Un autómata programable es una microcomputadora de propósitos específicos, especialmente diseñada para el control industrial y adquisición de datos donde se mezclan

elementos de computo (lenguajes de programación, interfaces hombre-máquina, unidades de memoria, etc.) y elementos de control (regulación PID, procesamiento analógico, señalización, mando, temporización y conteo, etc.) integrados en un mismo equipo, para cumplir las funciones de automatización de procesos en tiempo real con elevada fiabilidad y seguridad.”(Castellanos 2007)

“De forma general podemos decir que se trata de un sistema con un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo (niveles de tensión y corriente de transductores y otros periféricos electrónicos) y programable por el usuario, diseñada para controlar, en tiempo real y en medio industrial, procesos secuenciales.”(Bayón 2005)

Los fabricantes de autómatas programables han desarrollado productos que van desde pequeños controladores con sólo 10 entradas/salidas hasta otros dispositivos con decenas de miles de entradas/salidas.

A finales de los años 60, la industria demandaba cada vez más un sistema de control económico, robusto, flexible y fácilmente modificable. En 1968 nacieron los primeros autómatas programables. La compañía Bedford Associates propuso algo denominado MODICON *MOD*ular *D*igital *CON*troler (Controlador Digital Modular), a una empresa automotriz. Otras compañías propusieron esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-83. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.(Canto 2006)

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta manutención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

A mediados de los '70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estados secuenciales y CPU basadas en desplazamiento de bit. Los AMD 2901 y 2903 fueron muy populares en el MODICON y PLC AB. Los microprocesadores convencionales cedieron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo. No obstante, el 2903 fue de los más utilizados.

Las habilidades de comunicación comenzaron a aparecer en 1973 aproximadamente. El primer sistema fue el bus MODICON (Modbus). El PLC podía ahora dialogar con otros PLC y en conjunto podían estar aislados de las máquinas que controlaban. También podían enviar y recibir señales de tensión variables, entrando en el mundo analógico. Desafortunadamente, la falta de un estándar acompañado con un continuo cambio tecnológico ha hecho que la comunicación de PLC sea un maremágnum de sistemas físicos y protocolos incompatibles entre sí. No obstante fue una gran década para los PLC.

En los '80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP *Manufacturing Automation Protocol* de General Motor's. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé.

Los '90 han mostrado una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80.(Cuéllar 2005)

“Actualmente, el campo de acción de los PLC se ha extendido enormemente y ha alcanzado un grado tal de desarrollo que compiten con los DCS (Sistemas de control distribuido) incluso en el área de procesos. Los sistemas actuales de PLC pueden incluir varias CPU en configuración redundante, con cientos de señales digitales y analógicas y enormes capacidades de cálculo y control. Esto ha conducido al desarrollo de sistemas híbridos, como Siemens PCS7 y Rockwell Process Logix, que proporcionan los beneficios del DCS y el PLC a un precio asequible y se emplean en proyectos tipo PLC que demandan capacidades de control adicionales.”(Diéguez 2005)

1.3.2 Estructura

El autómata programable está principalmente compuesto por dos elementos básicos: la unidad central de proceso (CPU) y el sistema de entradas y salidas (E/S). Además existen otros elementos que aunque no formen parte integral del autómata, son necesarios para su funcionamiento. Estos componentes, denominados periféricos, son los equipos de programación, las unidades de diálogo y test, las impresoras, visualizadores, terminales...

La unidad central de proceso (formada por el procesador y la memoria) es la parte inteligente del sistema. Lleva el control interno y externo mediante la interpretación de las instrucciones almacenadas en memoria y los datos recogidos en las entradas. El sistema de entradas y salidas es el encargado de adaptar las tensiones de trabajo de los dispositivos del proceso a las tensiones con que trabajan los circuitos internos del autómata.

Los dispositivos de entrada son los indicadores de las señales de entrada y corresponden a elementos capaces de convertir magnitudes físicas externas en magnitudes eléctricas en un formato comprensible para la PLC, como son sensores de proximidad, de movimiento, “*encoders*”, etc. Los dispositivos de salida se encargan de aportar la potencia a las señales de salida generadas por el sistema de control, siendo normalmente relés, contactores, electroválvulas, etc.(Cuéllar 2005)

1.3.3 Características principales de los autómatas

Las principales características de los autómatas programables según (Castellanos 2008) son que:

1. Constituyen elementos inteligentes de control, potentes, de alta fiabilidad y robustez.
2. Presentan estructura modular, expandible.
3. Alta flexibilidad en la configuración tanto del software como del hardware.
4. Emplean lenguajes de programación de alto nivel, con lenguajes estructurados, programación sencilla y elementos de programación bien diseñados acorde a las aplicaciones industriales.
5. Alta capacidad de realización de tareas (multitareas) y operación en tiempo real.

6. Adaptabilidad máxima gracias a diferentes tipos y gran número de módulos de E/S configurables, garantizando alta versatilidad según el tipo de aplicación, incluyéndose módulos con funciones inteligentes (comunicación, regulación PID, control de motores, etc.).
7. Permiten la realización del tratamiento primario de la información (filtraje, conversión A/D y D/A y linealización por solo mencionar algunos).
8. Amplias facilidades de comunicación (a través de procesadores de comunicación) con elementos periféricos de todo tipo (computadoras, impresoras, instrumentación digital, autómatas).
9. Capaces de formar redes de comunicación de alto nivel que garantizan la transmisión de información segura y transparente a todos los niveles dentro de la jerarquía de automatización.
10. Conforman familias de grado de potencialidad y prestaciones ascendentes, garantizando niveles de funcionalidad escalonada.
11. Disponen de variadas y potentes interfaces de comunicación Hombre-Máquina que incluyen visualizadores de texto, paneles de mando, operación y supervisión del proceso.
12. Fácil montaje, puesta en marcha, ajuste y mantenimiento (se incluyen: menús de ayuda, programas prueba, generación de código de errores y detección de fallas).

1.3.4 Módulos de E/S

“Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del autómata y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de las máquinas del proceso.”(Guille 2001)

Dependiendo del tipo de señales de E/S distinguiremos sistemas de E/S discretos, numéricos, analógicos, de códigos numéricos y especiales.

Las E/S discretas o todo nada se caracterizan por diferenciar sólo dos estados marcados por la presencia o ausencia de tensión. En estos casos, los módulos de entrada son circuitos encapsulados en tarjetas que se enchufan en un rack de E/S que, en su parte frontal, dispone

de una regleta de bornes enchufables para el conexionado de los dispositivos de entrada y suelen llevar un conjunto de LED para indicar el correcto funcionamiento de los dispositivos. Los módulos de salida también dispondrán de las regletas para conexión así como de LED indicadores de funcionamiento.

Las E/S numéricas son aquellos módulos que permiten manejar información a nivel de números o datos, es decir, que son capaces de gestionar registros de memoria completos.

Las E/S analógicas son aquellas destinadas a la conversión de una señal analógica obtenida de una medida física continua (temperatura, presión). Por lo general, la magnitud se debe convertir a un número binario cuya longitud marcará la precisión de la aproximación realizada en la conversión analógica-digital. Los rangos de trabajo suelen ser los habituales en instrumentación: 0 a 5 V, 0 a 10V, -10 a 10V y 4 a 20 mA.

Las E/S de códigos numéricos deben su nombre a que se utilizan para enviar información numérica a dispositivos visualizadores como son “*displays*” de siete segmentos u otros. Suelen trabajar en BCD *Binary-Coded Decimal*, aunque también los haya para Gray o complemento a nueve. Por razones económicas, estos módulos actúan en multiplexación.

Existen otros tipos de módulos denominados E/S especiales, que son más típicos de los grandes autómatas, aunque se están introduciendo en los menores. Estas E/S se caracterizan por realizar tareas especiales, que si bien se podrían realizar con los elementos anteriores, supondría un gasto elevado de material e instrucciones.

- Entradas de termopar, que elevan el bajo nivel de señal entregado por los transductores. Las medidas que realizan son de temperatura.
- Controlador de motor paso-paso, genera los trenes de impulsos necesarios para el control de un motor paso-paso, a través del amplificador de gobierno. El módulo puede controlar velocidad, aceleración, sentido, posición o recorrido.
- Servo controlador, que permite el control de posicionamiento en un eje o multieje, proporcionando tiempos cortos de posicionado y precisión. Utilizado para controlar las herramientas.

- Módulos de control PID. Se usa en aplicaciones de control de procesos en las que es necesario una alta precisión en el control de una función de regulación, de forma que la variable de proceso se mantenga lo más próxima posible a un punto de consigna.
- Módulo ASCII, que permite el intercambio de datos con periféricos no inteligentes. Mediante este módulo el procesador puede comunicarse con visualizadores de mensajes, monitores, impresoras...
- E/S remotas. Utilizados en sistemas de considerable envergadura, en los cuales no es posible disponer de todos los elementos en un mismo rack y es necesaria una prolongación del bus del sistema (mediante expansores de E/S), hasta otras estructuras de E/S. Estos sistemas con E/S remotas contribuyen al ahorro de cableado en la instalación.(Cuéllar 2005)

1.3.5 Periféricos

Entre los equipos periféricos más importantes están los módulos de tratamiento de datos, que son pequeños ordenadores que se han diseñado para trabajar en ambientes industriales y se presentan en un formato instalable en una de las estructuras de E/S. Tratan los datos que se manejan en la unidad central y se programan en lenguajes tipo Basic o en el Ensamblador del microprocesador que lleven.

Las unidades de diálogo y test también resultan de especial importancia. Son pequeños terminales que proporcionan un acceso a los registros de datos del autómata para su visualización o modificación de parámetros de control. Se conectan a uno de los canales de la unidad central y pueden visualizar mensajes. Constan de un “*display*” o pantalla y un teclado.

Otros periféricos pueden ser, también, las impresoras, monitores, teclados, “*displays*”.(Cuéllar 2005).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se desarrollará el contenido principal del trabajo. Se dedicará un epígrafe al **MASTER-K120S** donde se describirán las características fundamentales de esta familia de autómatas y se realizará una detallada caracterización de los módulos utilizados, tanto del RTC *Real Time Clock* como del RTD *Resistance Temperature Detactor*, además se abordarán los temporizadores disponibles para esta serie de autómatas; otro al “*software*” **KGLWIN** donde se hablará en primer lugar de las características del mismo, en segundo lugar de las zonas de memoria utilizadas, y en tercer lugar de las instrucciones utilizadas en los segmentos de programas; y por último **Levantamiento de luces y climas** donde se hablará de los resultados obtenidos del levantamiento y del mapa de memoria.

2.1 MASTER-K120S

El MASTER-K120S es extremadamente compacto, posee una amplia gama de aplicaciones y según (LS 2003) tiene las siguientes características:

- ❖ Procesamiento de alta velocidad: de $0,1 \sim 0.9\mu\text{s}/\text{step}$ con un procesador de propósito general incluido.
- ❖ Varias funciones integradas: La unidad principal puede realizar muchas funciones sin necesidad de utilizar módulos separados. Por lo tanto, es posible construir diferentes sistemas sólo con la unidad principal:
 - ✓ Aplicaciones de procesamiento rápido:
 - Pulso de capturas: Permite que la unidad principal pueda leer un pulso que tiene un ancho tan pequeño como $10 \mu\text{s}$.
 - Alta velocidad de contador (Económico).

- Interrupciones externas: Utilizadas en aplicaciones tienen prioridad y que requieren respuestas inmediatas.
- ✓ La función de filtro de entrada para reducir la posibilidad de entradas falsas en condiciones de ruido externo
- ✓ Usando un terminal RS-232C y RS-485 incorporado en el puerto, MASTER-K120S puede conectarse con dispositivos externos.
- ✓ El uso integrado de la función de control PID sin el uso de módulo-PID.
- ✓ El uso integrado de la función posicionamiento (sólo el tipo DRT / DT ha incorporado la función de posicionamiento).
- ❖ El programa del usuario se puede guardar de forma permanente, porque se almacena en la memoria EEPROM.
- ❖ Cuando el programa es editado durante el procesamiento, se almacena automáticamente en la memoria EEPROM.
- ❖ El uso de protocolos de comunicación de la red cumple con las especificaciones estándar internacionales.
- ❖ Varios módulos especiales que amplían el rango de aplicaciones del PLC.
- ❖ Se puede salvar fácilmente el programa de usuario en la EEPROM mediante una simple manipulación en KGLWIN sin necesidad de utilizar memoria externa.
- ❖ Fuerte funciones de autodiagnóstico. Puede detectar la causa de los errores con más códigos de error detallado.
- ❖ Se puede impedir la lectura y la escritura accidental, usando una contraseña.
- ❖ Función “*debugging*” (tipo estándar):
 - ✓ “*On-line debugging*” está disponible cuando el modo de operación del PLC está en modo de depuración.
 - Ejecutado por un comando.
 - Ejecutado por condiciones del dispositivo.
 - Ejecutado por un tiempo de escaneo específico.

Varias funciones de ejecución del programa. El programa de interrupciones externas e internas, así como el programa de escaneo se puede ejecutar mediante el establecimiento de las condiciones de ejecución. Por lo tanto, el usuario puede configurar de varios modos la ejecución del programa.

2.1.1 MASTER-K120S (K7M-DR60U)

Las principales características del K7M-DR60U según (LS 2003) son:

- ❖ Número de E/S:
 - ✓ 36 entradas DC (24 VDC).
 - ✓ 24 salidas de relé.
- ❖ Especificaciones de alimentación:
 - ✓ Voltaje nominal: 85 ~ 264 VAC.
 - ✓ Frecuencia nominal: 50 / 60 Hz (47 Hz ~ 63).
 - ✓ Corriente nominal: 0.6A (110VAC)/0.3A (220VAC).
 - ✓ Eficiencia: 65% min. (Entrada nominal / carga máxima).
 - ✓ Fallo de energía momentáneo permisible: 10 ms.
 - ✓ Salida (1):
 - Voltaje de salida: DC 5V.
 - Corriente de salida: 2A.
 - ✓ Salida (2):
 - Voltaje de salida: DC 24V.
 - Corriente de salida: 0.2A.
- ❖ Capacidad de programa: 10 kstep.
- ❖ Número máximo de módulos de expansión permisibles: 3 módulos.
- ❖ Contador de alta velocidad:
 - ✓ Fase 1: 100kHz 1 canal, 20kHz 2 canales.

- ✓ Fase 2: 50kHz 1 canal, 10kHz 1 canal.
- ❖ Pulso de captura: ancho de pulso $10\mu s$ 2 puntos, $50\mu s$ 6 puntos.
- ❖ Interrupción externa: $10\mu s$ 2 puntos, $50\mu s$ 6 puntos.
- ❖ Filtro de entrada: 0 ~ 1000ms.

Comunicación: RS-232C, RS-485.

2.1.2 Temporizadores

La serie MASTER-K posee varias funciones con temporizadores. Hay 5 instrucciones de temporizador que son (TON), (TOFF), (TMR), (TMON), y (TRTG).

El rango de medición del temporizador de 100ms es de 0,1 ~ 6553,5 segundos, el de 10ms es 0,01 ~ 655,35 segundos, y el de 1ms es de 0,001 ~ 65,53 segundos.(LS 2003)

2.1.3 Módulo RTC

La serie MASTER-K cuenta con el módulo RTC para el control del tiempo de programación en tiempo real. Para utilizar la función de RTC con la serie K120S, el módulo debe atribuirse a la ranura de expansión de la unidad. Las operaciones de reloj por la función de RTC continúan con la ayuda de un capacitor cuando la CPU está apagada.(LS 2003)

Leer datos del RTC:

Los datos del RTC se almacenan en registros especiales, desde donde pueden ser leídos, y se guardan en formato BCD. La forma en que se almacenan se describe en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Datos del RTC

Área de registros especiales	Descripción		Datos Formato BCD
	Byte más significativo	Byte menos significativo	
F053	2 últimos dígitos del año	Mes	h0207

F054	Día	Hora	h2313
F055	Minutos	Segundos	h5020
F056	2 primeros dígitos del año	Día de la semana	h2002

* Ejemplo: 2002. 07. 23. 13:50:20, martes.

Los números correspondientes a los días de la semana se muestran a continuación.

Tabla 2.2. Días de la semana

Número	00	01	02	03	04	05	06
Día	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado

* Estos números no son más que el byte menos significativo del registro especial F056.

2.1.4 Módulo de entrada analógica RTD

Las especificaciones del módulo de entradas RTD según (LS 2003) son las siguientes:

- ❖ Conectable a RTD:
 - ✓ Pt 100 (JIS C1640-1989, DIN 43760-1980).
 - ✓ JPt100 (KS C1603-1991, JIS C1604-1981).
- ❖ Rango de temperatura de entrada:
 - ❖ Pt 100: -200 ~ 600°C (18.48 a 313.59Ω).
 - ❖ JPt100: -200 ~ 600°C (17.14 a 317.28Ω).
- ❖ Salida digital:
 - ✓ Valor de conversión digital: 0 a 4 000.
 - ✓ Valor de temperatura detectada: -2000 a 6000 (un dígito después del punto * 10).
- ❖ Número de puntos de entrada de temperatura del dispositivo: 4 canales / 1 módulo.
- ❖ Fuente de alimentación externa:

- ✓ Voltaje: DC21.6 ~ 26.4V.
- ✓ Corriente: 70mA.
- ❖ Peso: 240g.

A continuación se presenta la forma en que se registran los datos del RTD.

Tabla 2.3. Datos del RTD

Canal	Valor de temperatura detectada	Valor de conversión digital	Registro de datos	Módulo
0	D4980	D4780		
1	D4981	D4781	D4880	
2	D4982	D4782		Módulo especial
3	D4983	D4783	D4881	1
0	D4984	D4784		
1	D4985	D4785	D4882	
2	D4986	D4786		Módulo especial
3	D4987	D4787	D4883	2
0	D4988	D4788		
1	D4989	D4789	D4884	
2	D4990	D4790		Módulo especial
3	D4991	D4791	D4885	3

* En los registros D4880~D4885 se guardan dos canales (Fig.2.1).

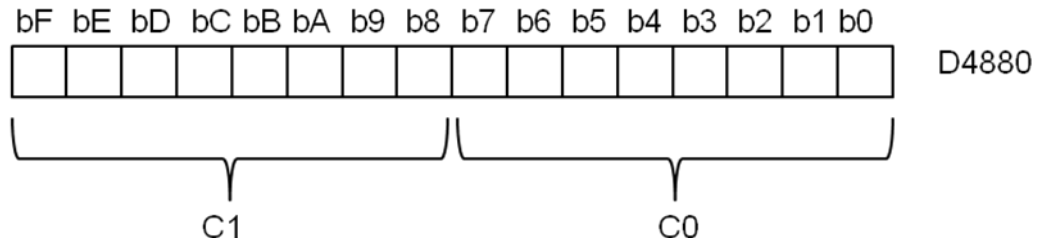


Figura 2.1. Registro D4880.

Conversión digital:

La conversión digital de la temperatura detectada por el módulo se determina por la siguiente grafica (Fig. 2.2).

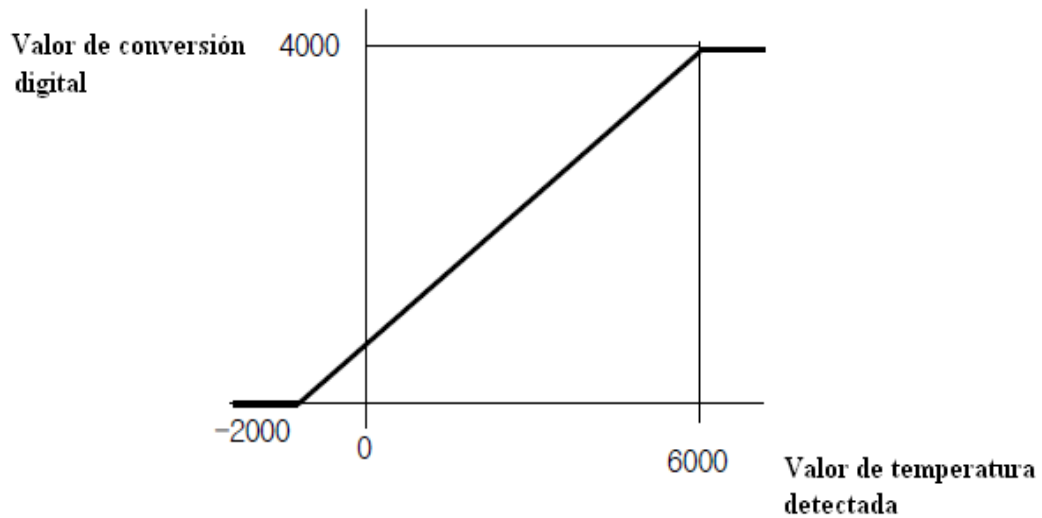


Figura 2.2. Conversión digital.

De dicha gráfica se deduce la fórmula de la recta, la cual sirve para calcular el valor de la conversión digital. La fórmula es:

$$\text{Conversión digital} = \frac{(\text{Valor de temperatura detectada}) + 2000}{2}$$

Por ejemplo supongamos que el valor de la temperatura detectada (D4980) es 2345, entonces la temperatura real = $234,5^{\circ}\text{C}$, y la conversión digital (D4770) es $(2345 + 2000) / 2 = 2172$.

Función de detección:

El módulo de entrada de RTD tiene la función de detección de “*burn-out*” en la Pt100, JPt100 o en el cable.

Es decir que si se produce la desconexión en el RTD o en el cable, una tensión fuera de la gama de tensión medible es introducida por el circuito de detección interna “*burn-out*” y el código de detección de error “*burn-out*” se genera.

El módulo de entrada de RTD puede detectar la desconexión para cada canal. Pero la detección de “*burn-out*” es posible sólo en el los canales habilitados.

2.2 KGLWIN

KGL para Windows es la herramienta de programación y depuración para la serie LG Master-K, y cuenta según (LS 2003) con las siguientes características:

- ❖ Programa compatible entre la serie LG Master-K:
 - ✓ El programa, parámetro o variable/comentario creado en KGL-DOS o GSIKGL puede también ser utilizado en KGL para Windows.
- ❖ Configuración del sistema del PLC por estructura del proyecto:
 - ✓ KGL para Windows administra el programa definido por el usuario como un solo proyecto incluyendo parámetros y variables/comentarios.
 - ✓ También el usuario puede guardar un programa (*. PRG), parámetros (*. PMT), variable (*. VAR) o comentario (*. CNT), respectivamente, y cada archivo almacenado puede ser utilizado por otros archivos de proyecto.
- ❖ Interfaz amigable con el usuario:
 - ✓ Interfaz fácil y útil para la creación, edición y supervisión.
- ❖ Edición en línea:

✓ La edición en tiempo real está disponible en modo “*online*”. El programa editado en el estado en línea puede ser descargado automáticamente sin detenerse el “*hardware*” del PLC.

❖ Monitoreo de la información desde el PLC:

El usuario puede monitorear el estado del PLC, así como el estado de error, información de la red y estado del sistema.

2.2.1 Dispositivos de memoria de la serie MASTER-K

Entrada / salida (P):

Los dispositivos P se utilizan para la transacción de datos entre la CPU del PLC y los dispositivos externos. Los datos ON / OFF de los dispositivos de entrada son enviados desde dispositivos externos (pulsadores, conmutadores, interruptores de límite, conmutadores digitales, etc.) al módulo de entrada. Los datos de entrada son utilizados por el programa como los datos de contacto NO: *Normally Open* (Normalmente Abierto) y NC: *Normally Closed* (Normalmente Cerrado); y como los datos de origen de base y aplicación de instrucciones. Los dispositivos de salida se utilizan como resultado de una operación de salida del programa, esta señal parte desde el módulo de salida y se aplica a dispositivos externos (solenoides, interruptores magnéticos, indicadores digitales). Sólo el tipo de contacto NO está disponible para dispositivos de salida. Los dispositivos redundantes P que no están conectados a dispositivos externos se pueden utilizar en la misma forma que el relé auxiliar M.(LG 2003)

Relé auxiliar (M):

M es un relé interno utilizado en la CPU del PLC, y no se puede conectar directamente con dispositivos externos, por lo que se usa en operaciones auxiliares. El área de memoria disponible va de M000 ~ M191F y todas excepto la zona designada como área reservada se pondrán a 0 cuando el CPU se enciende o entra al modo RUN. Algunos relés M están reservados para uso especial.(LG 2003)

Relé temporizador (T):

Es la zona reservada para los temporizadores. El rango de memoria va de T000 ~ T191 (192 puntos), de T192 ~ T250 (59 puntos) y de T251 ~ T255 (5 puntos).(LG 2003)

Registros de datos (D):

La zona D se utiliza para almacenar datos numéricos. Cada registro de datos se compone de 16 bits (1 palabra), que es la unidad de datos de lectura y escritura. La zona D, con excepción del área reservada asignado por el ajuste de parámetros se pondrá a 0 cuando el CPU se enciende o se pone en modo RUN. Algunos registros de datos se reservan para uso especial. Estos registros son de acuerdo a los diversos tipos de CPU. La zona de memoria D va de D0000 ~ D4999.(LG 2003)

Relé especial de (F):

El área F (F000 ~ F63F) es de sólo lectura y el usuario no puede cambiar el valor de la superficie F.(LG 2003)

2.2.2 Instrucciones utilizadas en la programación

Las principales instrucciones que se utilizaron en la programación del PLC son las siguientes:

LOAD, LOAD NOT, OUT:

Instrucciones		Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas		
		M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)
LOAD LOAD NOT	Ⓢ	○	○	○	○	○	○	○	○				1			
OUT	ⓓ	○	○	○	○				○							

Figura 2.3. Dispositivos de memoria disponible: LOAD, LOAD NOT, OUT.

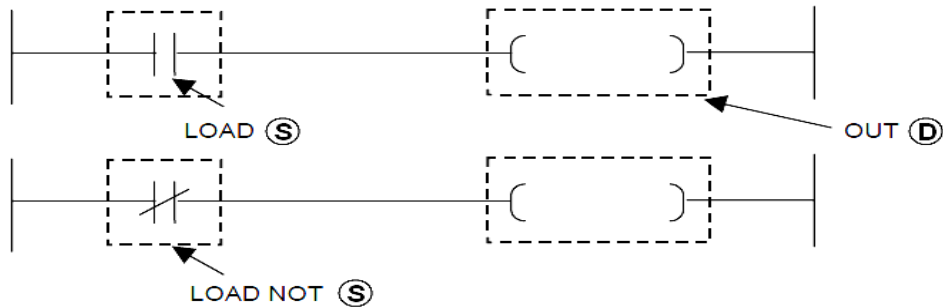


Figura 2.4. Representación gráfica en lenguaje de contactos: LOAD, LOAD NOT, OUT.

LOAD:

- ❖ Inicia un NO contacto.
- ❖ Utiliza los datos de encendido / apagado del dispositivo especificado como resultado de la operación.

LOAD NOT:

- ❖ Inicia un NC contacto.
- ❖ Utiliza los datos de encendido / apagado del dispositivo especificado como resultado de la operación.

OUT:

- ❖ Emite el resultado de la operación en el dispositivo especificado.
- ❖ Varias instrucciones OUT se pueden utilizar en paralelo como resultado de la misma operación.

AND, AND NOT:

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas			
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
AND AND NOT	Ⓢ	○	○	○	○	○	○	○	○				1			

Figura 2.5. Dispositivos de memoria disponible: AND, AND NOT.

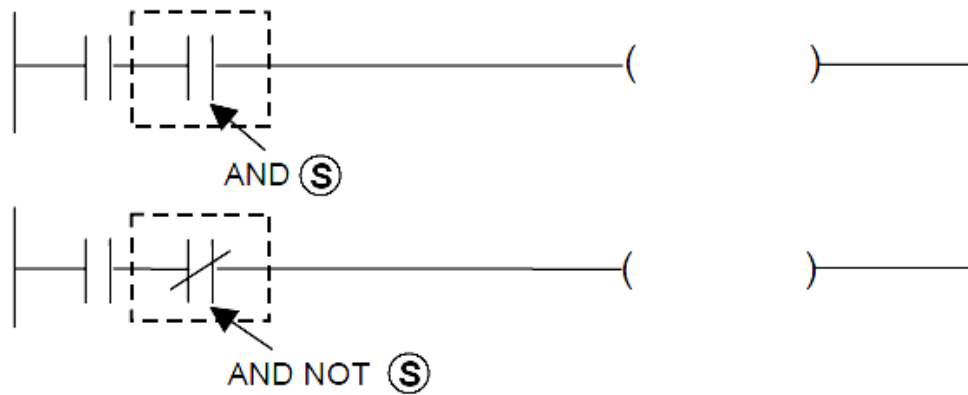


Figura 2.6. Representación gráfica en lenguaje de contactos: AND, AND NOT.

AND:

- ❖ Conexión de contactos NO en serie.
- ❖ Lee el encendido / apagado de datos del dispositivo especificado, realiza la operación AND de los datos y el resultado de la operación lo utiliza como resultado de una nueva operación.

AND NOT:

- ❖ Conexión de contactos NC en serie.
- ❖ Lee el encendido / apagado de datos del dispositivo especificado, realiza la operación AND de los datos y el resultado de la operación lo utiliza como resultado de una nueva operación.

OR, OR NOT:

Instrucciones	Dispositivos disponibles	Banderas																										
		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)																								
OR OR NOT	<table border="1"> <tr> <th>M</th> <th>P</th> <th>K</th> <th>L</th> <th>F</th> <th>T</th> <th>C</th> <th>S</th> <th>D</th> <th>#D</th> <th>Entero</th> </tr> <tr> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero	○	○	○	○	○	○	○	○				Pasos	1			
M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero																		
○	○	○	○	○	○	○	○																					

Figura 2.7. Dispositivos de memoria disponible: OR, OR NOT.

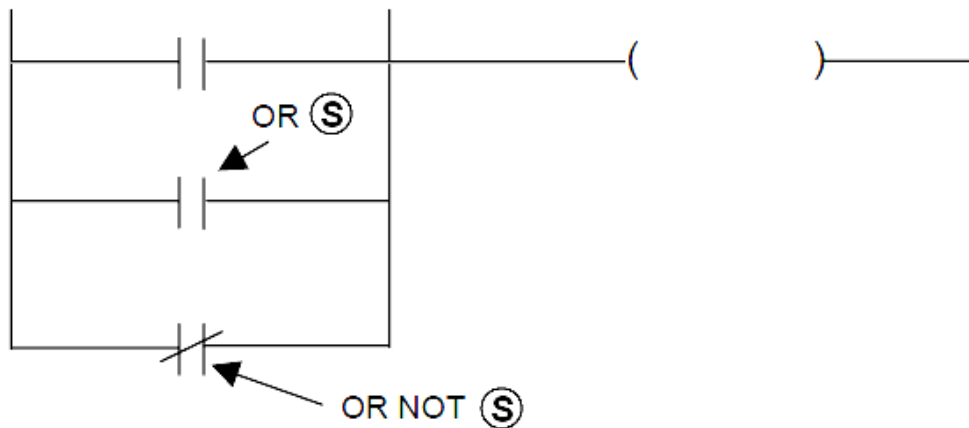


Figura 2.8. Representación gráfica en lenguaje de contactos: OR, OR NOT.

OR:

- ❖ Conexión de contactos NO en paralelo.

❖ Lee el encendido / apagado de datos del dispositivo especificado, realiza la operación OR de los datos y el resultado de la operación lo utiliza como resultado de una nueva operación.

OR NOT:

- ❖ Conexión de contactos NC en paralelo.
- ❖ Lee el encendido / apagado de datos del dispositivo especificado, realiza la operación OR de los datos y el resultado de la operación lo utiliza como resultado de una nueva operación.

SET:

Instrucciones	Dispositivos disponibles												Pasos	Banderas			
		M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
SET	ⓓ	○	○	○	○									1			

Figura 2.9. Dispositivos de memoria disponible: SET.

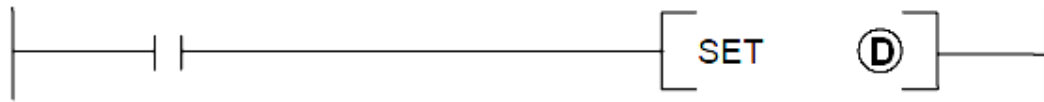


Figura 2.10. Representación gráfica en lenguaje de contactos: SET.

- ❖ Cuando el conjunto de instrucciones de la condición de entrada se cumplen, el dispositivo especificado conmuta a encendido.
- ❖ El dispositivo permanece encendido incluso si la condición de entrada no se cumple. El dispositivo se puede desconectar mediante la instrucción RST.

RST:

Instrucciones	Dispositivos disponibles												Pasos	Banderas			
		M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
RST	ⓓ	○	○	○	○		○							1			

Figura 2.11. Dispositivos de memoria disponible: RST.

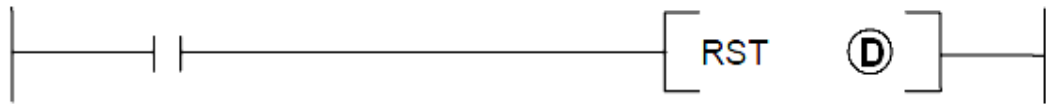


Figura 2.12. Representación gráfica en lenguaje de contactos: RST.

- ❖ Cuando la condición de entrada de la instrucción RST se enciende, el dispositivo especificado se cambia como se describe en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Modo de funcionamiento de la instrucción RST

Dispositivo	Estado
M, P, K, L	El bit especificado se desactiva
T	La salida del temporizador es desactivado y el valor actual se pone a 0

END:

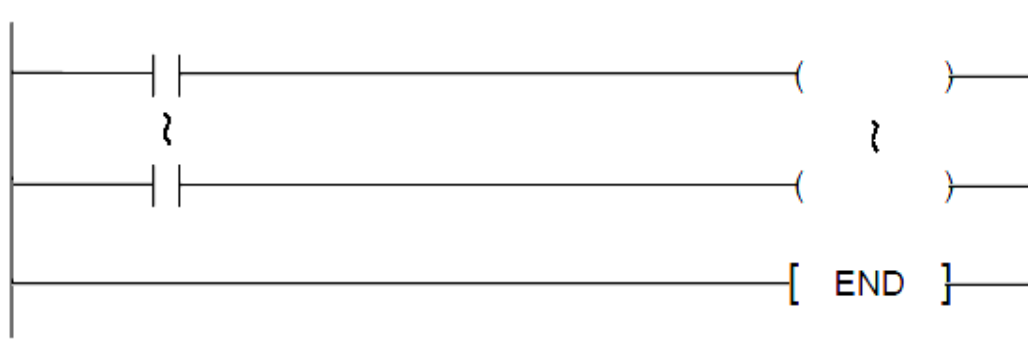


Figura 2.13. Representación gráfica en lenguaje de contactos: END.

- ❖ La instrucción END indica el final de la secuencia del programa. Cuando la CPU encuentra la instrucción END, se detiene la ejecución de la secuencia del programa y se realiza el proceso de END.
- ❖ Todas las instrucciones después de la instrucción END, excepto subrutinas y rutinas de interrupciones son ignoradas y no ejecutadas.
- ❖ Si no hay instrucción END, se producirá un error de programación.

TOFF:

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas		
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)
TOFF	Txxx					○						3			
	Ⓟ								○		○				

Figura 2.14. Dispositivos de memoria disponible: TOFF.

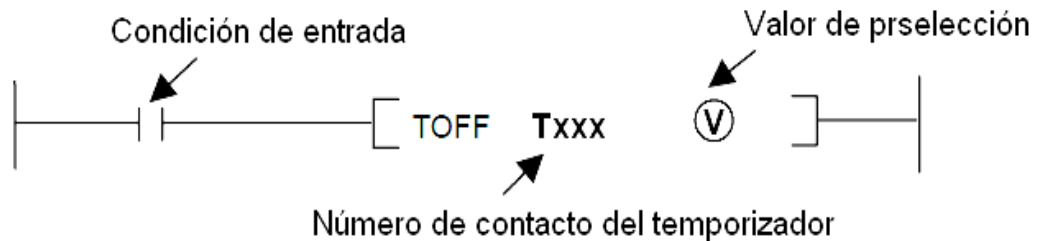


Figura 2.15. Representación gráfica en lenguaje de contactos: TOFF.

- ❖ Cuando la condición de entrada se enciende, el valor actual se establece como el valor de preselección y el número de contacto del temporizador se activa.
- ❖ Cuando la condición de entrada se apaga, el valor actual se reducirá en 1 cada 0,1; 0,01 o 0.001seg en dependencia del número de contacto del temporizador, hasta que llegue a 0.
- ❖ El contacto del temporizador se desactivará cuando el valor actual alcanza el valor 0.
- ❖ Pero si la condición de entrada se activa nuevamente en el intervalo de tiempo en que el valor actual está disminuyendo, el valor actual se fija una vez más con el valor de preselección hasta que se apague la condición inicial y ocurra lo descrito anteriormente.
- ❖ Cuando la instrucción RST se ejecuta, el contacto del temporizador se apagará y el valor actual se pondrá a 0. (Figura 2.16)

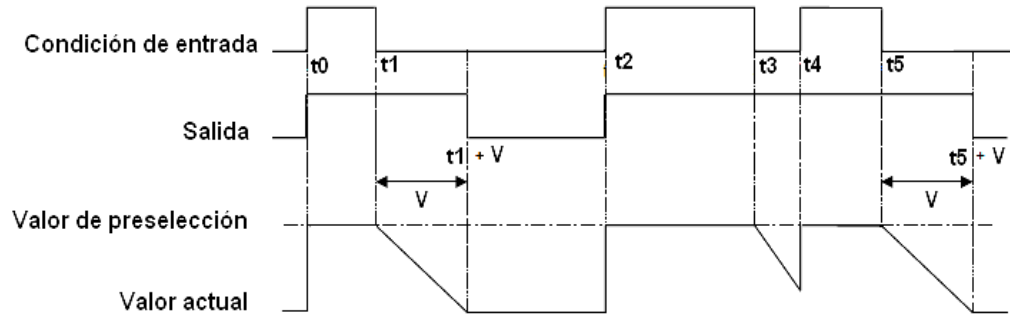


Figura 2.16. Principio de funcionamiento del TOFF.

MOV:

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas		
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)
MOV	Ⓢ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5/7	○		
	ⓓ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				

Figura 2.17. Dispositivos de memoria disponible: MOV.



Figura 2.18. Representación gráfica en lenguaje de contactos: MOV.

- ❖ Transfiere 16-bits de datos del dispositivo especificado en [S] para el dispositivo especificado en [D].

CMP

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas			
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
CMP	S1	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	5/9	○		
	S2	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○				

Figura 2.19. Dispositivos de memoria disponible: CMP.



Figura 2.20. Representación gráfica en lenguaje de contactos: CMP.

- ❖ Compara el contenido de dos dispositivos previstos en [S1] y [S2].
- ❖ Después de comparar, establece banderas correspondientes entre F120~ F125. (Tabla 2.5)

Tabla 2.5. Banderas establecidas por la instrucción de comparación.

Banderas	F120	F121	F122	F123	F124	F125
	<	≤	=	>	≥	≠
S1>S2	0	0	0	1	1	1
S1<S2	1	1	0	0	0	1
S1=S2	0	1	1	0	1	0

* Las banderas indican el resultado de la última instrucción CMP ejecutada.

AND (<, <=, >, >=)

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas			
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
AND (<, <=, >, >=)	S1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	5/9	0		
	S2	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0				

Figura 2.21. Dispositivos de memoria disponible: AND (<, <=, >, >=).

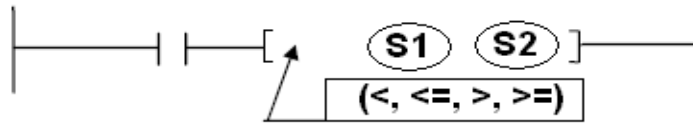


Figura 2.22. Representación gráfica en lenguaje de contactos: AND (<, <=, >, >=).

- ❖ Compara el contenido de [S1] y [S2], luego entonces funciona como una conexión de contactos NO en serie y de acuerdo con el resultado de la comparación será el resultado de la operación. La comparación se ejecuta en función del signo de la operación.

WAND

Instrucciones	Dispositivos disponibles											Pasos	Banderas			
	M	P	K	L	F	T	C	S	D	#D	Entero		Error (F110)	Cero (F111)	Acarreo (F112)	
WAND	S1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	7/9/11	0	0	
	S2	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0				
	D	0	0	0	0		0	0		0	0					

Figura 2.23. Dispositivos de memoria disponible: WAND.



Figura 2.24. Representación gráfica en lenguaje de contactos: WAND.

Realiza el producto lógico de los datos de 16-bits del dispositivo especificado en [S1] y [S2] por bits. A continuación, almacena el resultado en [D]

2.3 Levantamiento de luces y climas

En la búsqueda del cumplimiento del objetivo general se plantean los objetivos específicos, uno de estos es el levantamiento de luces y climas como primera tarea y base para las demás. En breve se realizará una descripción del lugar a automatizar, o sea, el resultado de la primera tarea.

En el segundo piso del título 36 radican las direcciones de AIT (Automática, Informática y Telecomunicación) y Tecnología, además de la biblioteca, un baño para AIT y otro para Tecnología. Para un mejor trabajo se ha etiquetado cada local con un número que la identifique. Así por ejemplo la oficina del director de AIT es la 1.1, la del jefe de taller 1.2 y la de la secretaria 1.3. En la instalación debido a la distribución de los equipos de acondicionamiento de aire y de las luces, y para hacer la programación más fácil, los locales se han dividido en dos grupos y estos a su vez en subgrupos.

El primer grupo lo conforman las oficinas climatizadas donde pueden encontrar locales con:

- ❖ Dos climas y siete lámparas de cuatro luminarias de cuarenta watts (10.5)
- ❖ Dos climas y seis lámparas de cuatro luminarias de cuarenta watts (2, 3, 5, 6, 7, 8).
- ❖ Dos climas y cuatro lámparas de cuatro luminarias de cuarenta watts (17, 19).
- ❖ Dos climas y tres lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (15).
- ❖ Un clima y dos lámparas de cuatro luminarias de cuarenta watts (1.1, 1.2, 1.3, 10.4, 14).

- ❖ Un clima y una lámpara de cuatro luminarias de cuarenta watts (13.1, 13.2, 16).
- ❖ Un clima y tres lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (12.10).
- ❖ Un clima y dos lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (10.1, 10.2, 10.3, 12.7-1, 12.7-2, 12.8-1, 12.8-2, 12.9).

El segundo agrupa las que no están climatizadas y hay locales de:

- ❖ Seis lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (10.6).
- ❖ Cinco lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (12.6).
- ❖ Tres lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (9.1, 11, 18).
- ❖ Dos lámparas de dos luminarias de cuarenta watts (4, 9.2).
- ❖ Una lámpara de dos luminarias de cuarenta watts (12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5).

Y además está el pasillo (20, 21) con doce lámparas de dos luminarias de cuarenta watts. Al final de cuentas existen 35 climas y 50 circuitos de alumbrado.

2.3.1 Mapa de memoria

Luego de realizado el levantamiento de aires acondicionados y luces se confeccionó el mapa de memoria que era de elevada importancia para la continuación de este proyecto. En este mapa de memoria están las variables a manipular por los autómatas las cuales son: entradas analógicas y digitales, salidas digitales, las direcciones internas y de los temporizadores que conforman los bloques del programa original. Este trabajo se realizó en Excel, y se presenta en el anexo II.

Después de un análisis económico apoyado en una lista de precios de los autómatas y sus módulos de expansión, facilitado por los compañeros de Copextel; que son unos de los principales comercializadores de este tipo de producto, se determinó que eran necesarios siete PLC específicamente K7M-DR60U de la serie Masterk-120S.

Para llegar a esta decisión se analizó la cantidad de entradas y salidas digitales a manipular; 234 y 85 respectivamente, determinadas a su vez por la cantidad de aires, circuitos de alumbrado, sensores de presencia, de puerta cerrada, y sondas de temperaturas. Por tanto se tienen que manipular 234 entradas digitales y el K7M-DR60U cuenta con 36 puntos de

entradas, con seis PLC no se cubren las necesidades por lo que se utilizan siete, y queda una pequeña cobertura para en caso de fallas. El autómata escogido es este, pues las diferencias de puntos de entradas respecto a otros de la misma serie no se compensan con el precio, o sea, de ser necesario es mejor comprar el de mayor capacidad, como es el caso.

El mapa cuenta con cuatro hojas de Excel la primera para entradas digitales, la segunda para salidas digitales, la tercera para entradas analógicas y la cuarta para las direcciones internas y de los temporizadores utilizados en el programa.

La primera tiene ocho campos: No. Local, Local, No. Sub-local, Sub-local, PLC – especifica el número del PLC–, Entrada digital, Descripción –hace una breve descripción de quién es y donde está–, y Alias –nombre en siglas determinadas por la descripción–.

La segunda tiene ocho campos al igual que la primera con la única diferencia que “Entrada digital” cambia por “Salida digital”.

La tercera tiene un campo más que las anteriores que es “Módulo” –especifica el número del módulo de expansión–, y además cambia “Entrada digital” o “Salida digital” por “Entrada analógica”.

Y la cuarta igual que la primera y la segunda, pero esta vez el campo que ha cambiado en cada una de las tablas anteriores se nombra “Memoria interna” –dispositivos M y T–.

En la tabla del mapa de memoria aparecen las variables necesarias y algunas otras que pueden tener cierto interés para un uso futuro.

Este resultado alcanzado va cumpliendo con el objetivo general y con los dos primeros objetivos específicos ya que se realizó el levantamiento de luces y climas, y se obtuvo el mapa de memoria.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN (u otro nombre de capítulo)

En este capítulo se hará un análisis de los resultados alcanzados, realizándose comparaciones con los objetivos planteados. El mismo estará conformado por tres epígrafes, uno **Tarea técnica** donde se expondrán los requerimientos del programa y se comparará con los resultados de las pruebas y simulaciones del mismo; tres **Análisis económico** en el que se darán algunos datos de interés económico derivados del trabajo realizado y en el último epígrafe se darán las **Conclusiones del capítulo**.

3.1 Tarea técnica

El objeto de control de esta tesis es gobernar el sistema de alumbrado y clima del 2do piso del título 36 de la Refinería Camilo Cienfuegos. En dicho piso radica como ya se había mencionado anteriormente la dirección de AIT y la de Tecnología, además de la biblioteca, los cuales se dividen en diferentes oficinas que son circuitos independientes y que debido a sus características se agrupan en dos grupos o tipos: las climatizadas (tipo uno) y las no climatizadas (tipo dos). El control de las de tipo uno encierra en sí el control de las de tipo dos, por tanto a continuación se describirá el control de las de tipo uno.

El control de la oficina tipo uno se estructura de la siguiente manera:

Primero se explicará el control del sistema de climatización.

La alimentación del clima (OnOff_Clima) se controla a través del reloj horario –rango 9:00a.m_11:00a.m (Hora9-11) y rango 1:00p.m_4:00p.m (Hora1-4) –, el sensor de presencia (SP), el sensor de puerta cerrada (SPC), y la señal de temperatura por encima de 22 grados (Temp. Sobre 22).

El clima (OnOff_Clima) se enciende a través del reloj horario cuando esté activa –rango 9:00a.m_11:00a.m (Hora9-11) o rango 1:00p.m_4:00p.m (Hora1-4) –, y el sensor de presencia (SP), el sensor de puerta cerrada (SPC), la señal de temperatura por encima de 22 grados (Temp. Sobre 22) estén activas todas a la vez.

Cuando la señal de temperatura por encima de 22 grados (Temp. Sobre 22) no esté activa o no estén activas ninguna de las dos señales del reloj horario –rango 9:00a.m_11:00a.m (Hora9-11) y rango 1:00p.m-4:00p.m (Hora1_4) – se apagará el clima automáticamente (OnOff_Clima).

Cuando la puerta esté abierta, o sea el sensor puerta cerrada (SPC) no esté activo, se esperará tres minutos y se apagará el clima (OnOff_Clima).

Cuando no haya nadie en la oficina o sea el sensor de presencia (SP) no esté activo se esperará treinta minutos y se apagará el clima (OnOff_Clima).

De igual forma se apagará el clima de forma automática si la señal disparo térmico (DT) se activa y se esperará diez minutos para arrancar de nuevo, si es que las condiciones de encendido se cumplen.

Ahora se analizará el control del sistema de alumbrado que constituye la descripción del control de las oficinas tipo dos.

La alimentación del circuito de alumbrado (OnOff_Luces) se controla a través del sensor de presencia (SP).

Cuando el sensor de presencia (SP) se active se encenderán las luces (OnOff_Luces).

Cuando no haya nadie en la oficina o sea el sensor de presencia (SP) no esté activo se esperará tres minutos y se apagará el circuito de alumbrado (OnOff_Luces).

3.1.1 Validación del programa

Para la validación del programa se han realizado varias pruebas con un K7M-DR14UE facilitado por los profesores del laboratorio 231 de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la UCLV, con el cual los estudiantes de años anteriores realizan sus proyectos de curso.

El segmento de programa se dividió en tres fragmentos para en caso de existir algún error tenerlo localizado y poder erradicarlo más fácilmente.

Primera prueba:

En esta primera prueba se le asignaron las entradas correspondientes a los sensores, y variables dependientes del RTD y del RTC, a las entradas del PLC para simular y comprobar si el segmento de programa referente a la alimentación del clima y luces trabajaba correctamente.

Tabla 3.1. Mapa de memoria para la primera prueba

E/S K7M-DR14UE	E/S K7M-DR60U	Descripción
P0	SP	Sensor de presencia
P1	SPC	Sensor de puerta cerrada
P2	DT	Disparo térmico
P3	Hora9-11	Intervalo de 9:00 a 11:00a.m
P6	Hora1_4	Intervalo de 1:00 a 4:00p.m
P7	SON	Indicador de temperatura
P40	Aire	OnOff_Clima
P41	Luces	OnOff_Luces

Luego de la simulación se obtuvo como resultado que funciona correctamente:

- ❖ El encendido del aire, mediante el AND lógico entre SP, SPC, SON y el resultado del OR lógico entre Hora9-11 y Hora1_4.
- ❖ El apagado del aire, utilizando de un OR lógico entre SON y el resultado del AND lógico entre Hora9-11 y Hora1_4.
- ❖ El apagado de emergencia, a través del sensor de disparo térmico. El aire se mantiene apagado mientras el sensor está activo hasta después de transcurridos diez minutos de que el mismo se desactive.

- ❖ El apagado por no presencia y puerta abierta, esta acción se lleva a cabo después de tres minutos para la puerta abierta y media hora para cuando no hay nadie en la habitación.
- ❖ El encendido de las luces, mediante el sensor de presencia, o sea que las luces a diferencia del clima que tiene varias condiciones de encendido tiene una sola condición.
- ❖ El apagado de las luces, que también se realiza a través del sensor de presencia. Luego de tres minutos de que la habitación esté vacía se apagan las luces.

Segunda prueba:

Para la segunda prueba se probó el segmento correspondiente al RTD. Para la misma se utilizó la instrucción MOV para mover datos a los registros D4980-D4983 simulando la entrada de datos analógicos por los cuatro canales. Estos datos movidos a los registros tienen la forma especificada en la Figura 2.2.

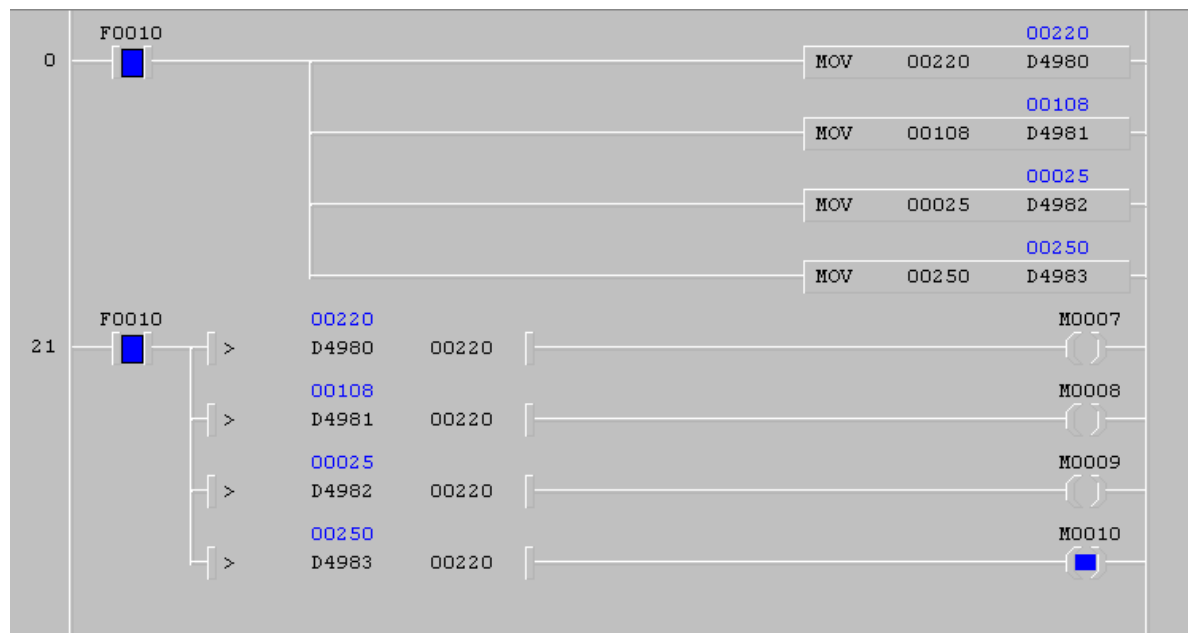


Figura 3.1. Primer movimiento de datos de la simulación.

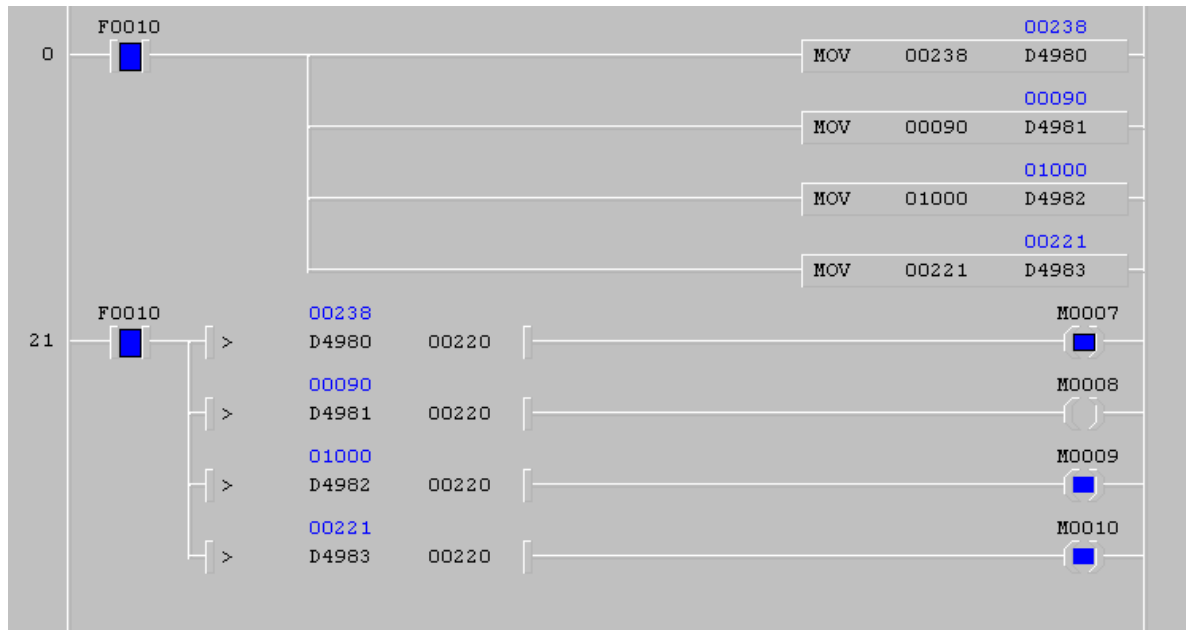


Figura 3.2. Segundo movimiento de datos de la simulación.

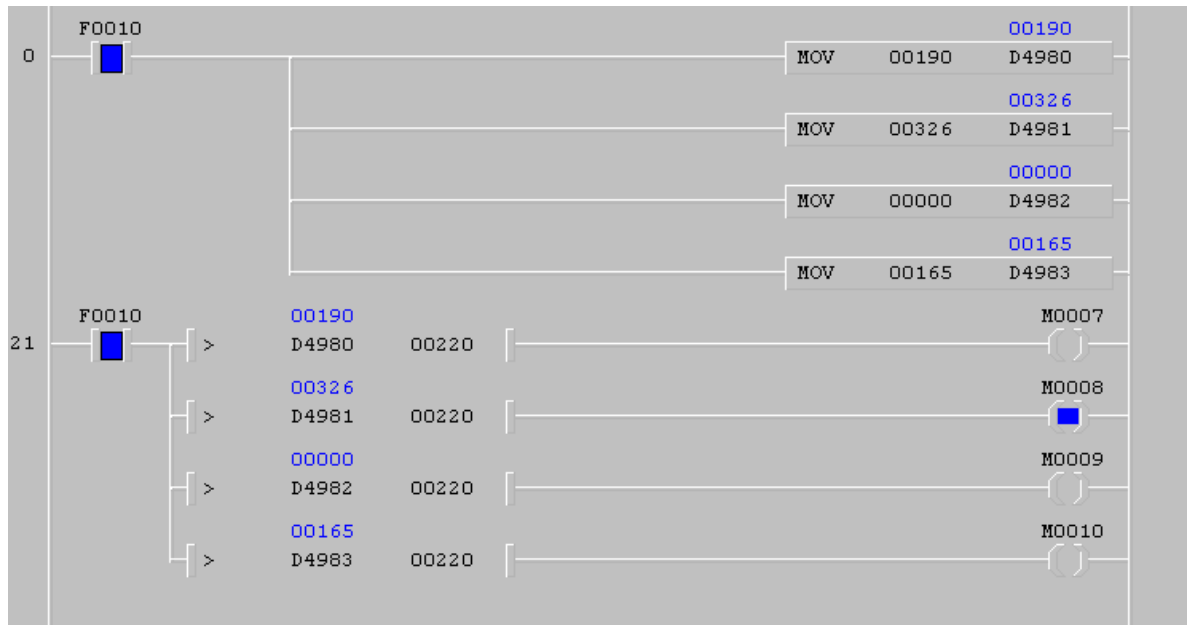


Figura 3.3. Tercer movimiento de datos de la simulación.

Tercera prueba:

En esta ocasión se comprobó el segmento referente al RTC y al igual que para la segunda prueba se utilizó la instrucción MOV para mover los datos a un registro de tipo D, simulando al F054 ya que este es de solo lectura.

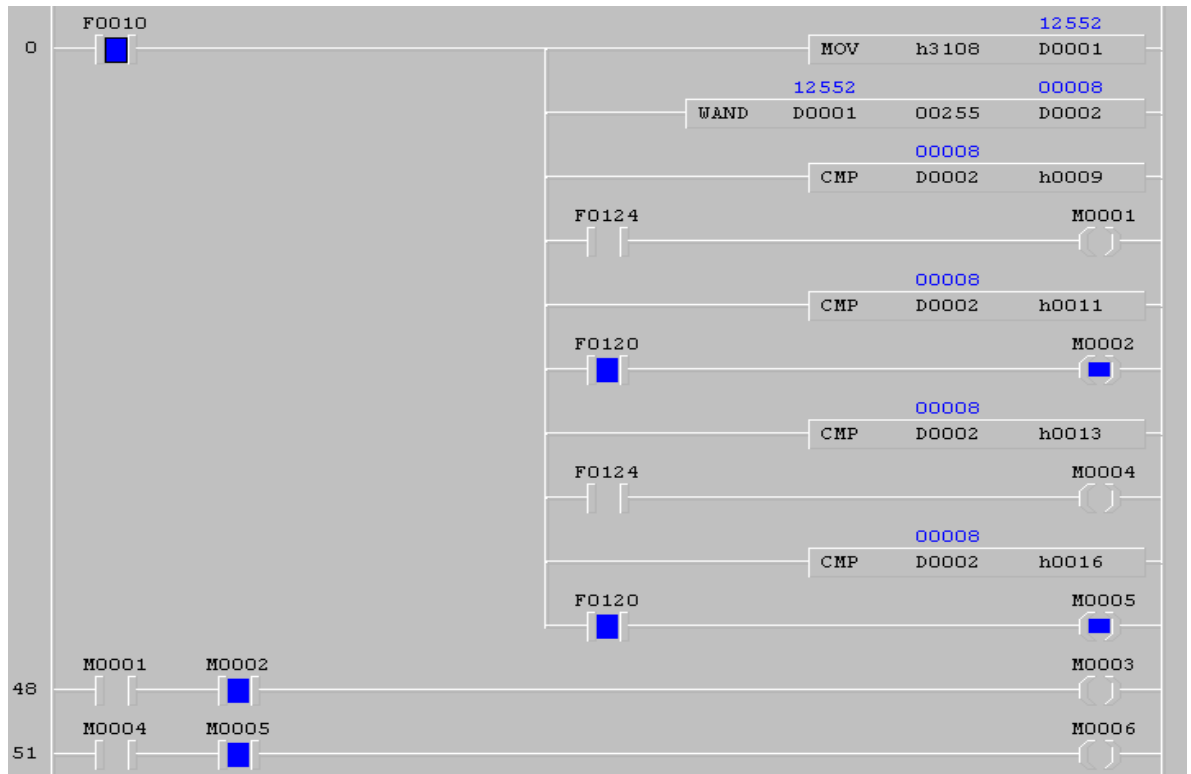


Figura 3.4. Simulación para h3108.

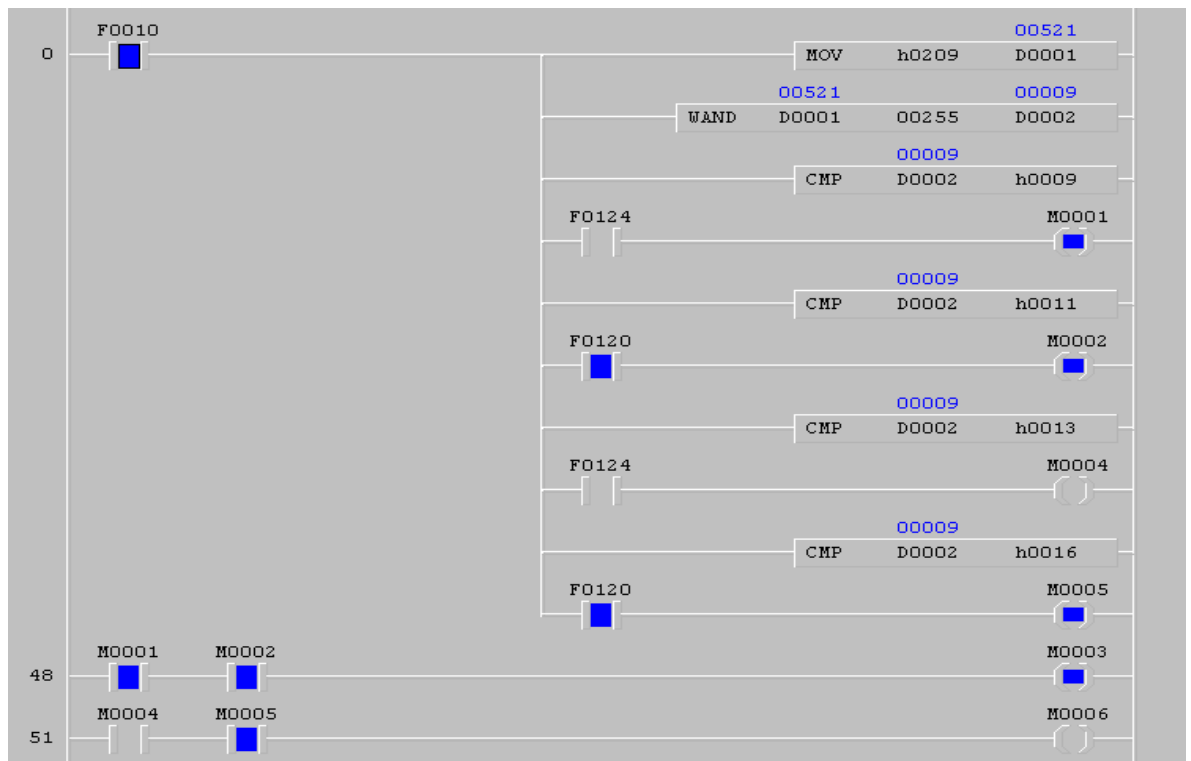


Figura 3.5. Simulación para h0209.

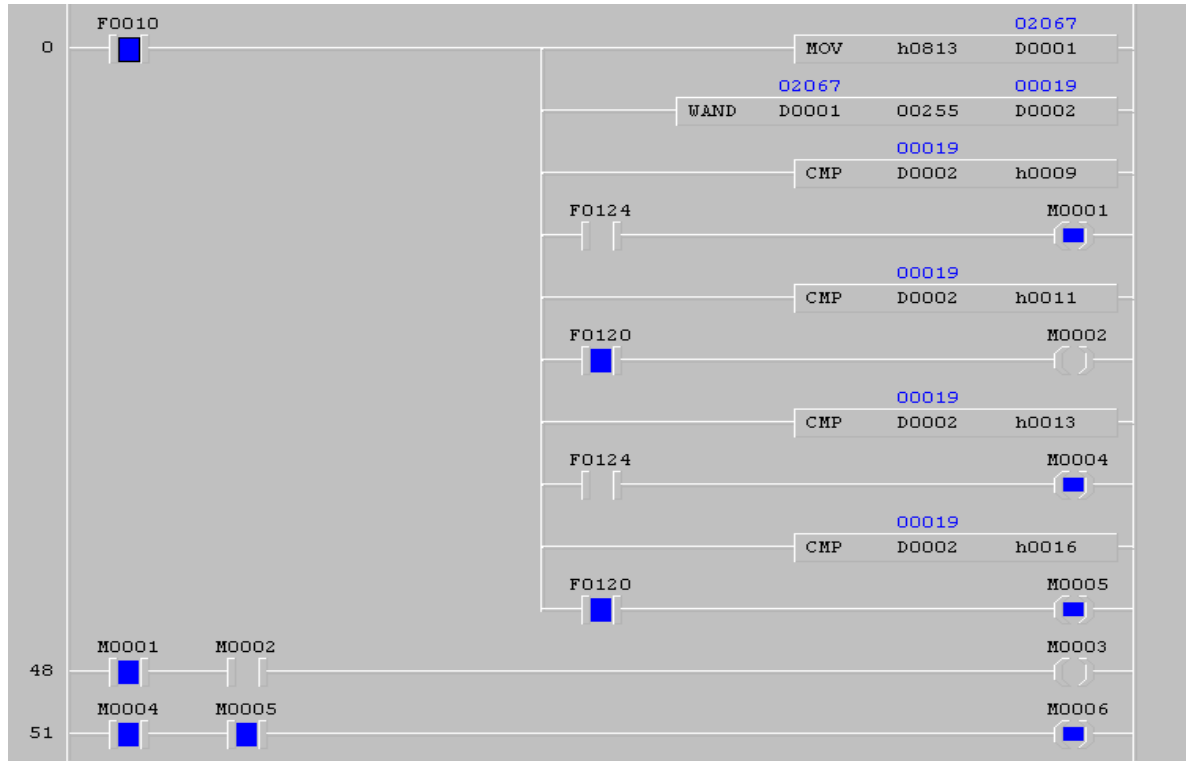


Figura 3.6. Simulación para h0813.

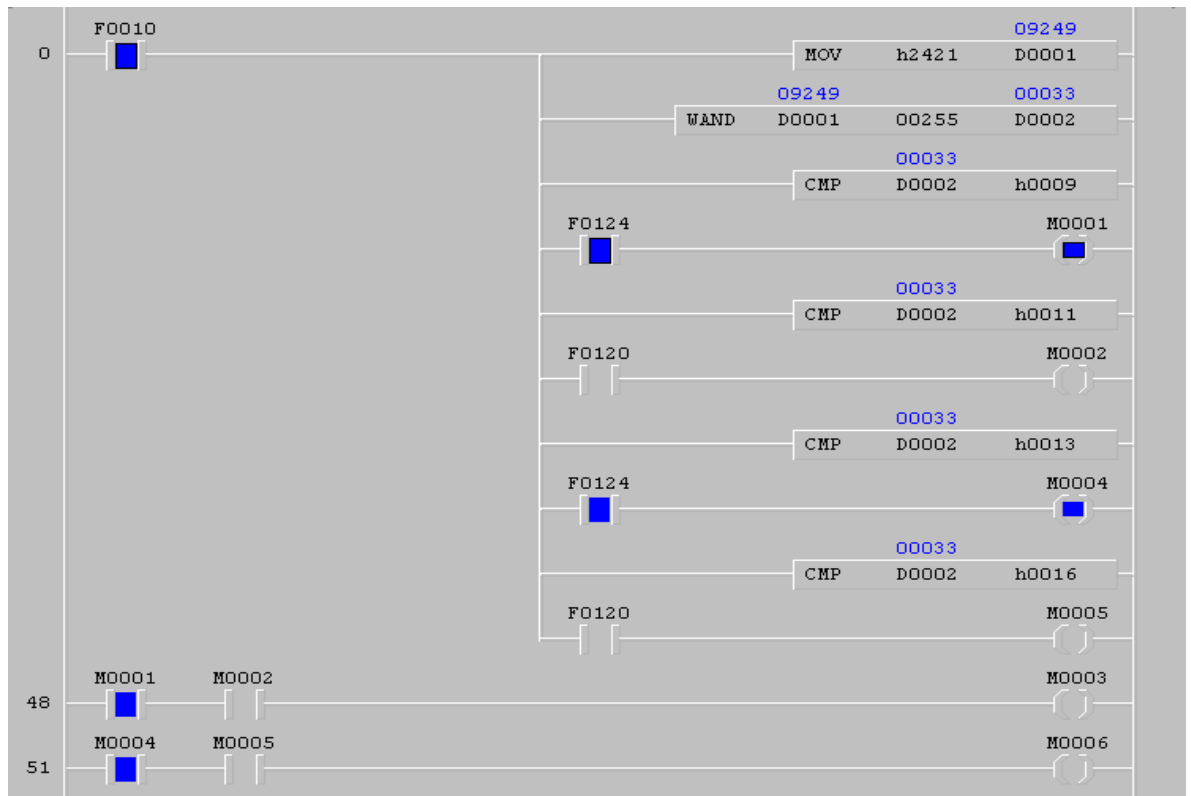


Figura 3.7. Simulación para h2421.

Estas son algunas de las simulaciones realizadas ya que también se hizo para h2010, h1911, h2512, h1114, h3016 obteniendo resultados similares a los anteriores.

3.2 Análisis económico

Un punto fundamental para la realización de un proyecto es la valoración económica que aflora del mismo. En este análisis se tendrá en cuenta los gastos en PLC, módulos, y de forma general la relación costo-beneficio de la implementación de este sistema.

En la siguiente figura se muestran los gastos hechos en la compra de los autómatas y los módulos empleados.

Tabla 3.2. Gastos

Producto	Precio (USD)	Cantidad	Total (USD)
K7M-DRT60U	361.500	7	2 530.500
G7F-RD2A	216.600	9	1 949.400
G7F-RTCA	30.000	7	210.000
			4 689.900

Luego el consumo de un día del título 36 es de 2.44Mwatt/h, la implementación de un sistema automatizado aporta un ahorro de un 10 a un 15% según experiencias de los trabajadores de Copextel, un 10% del consumo es 0.244Mwatt/h.

Tabla 3.3. Tarifas

Horario	Tarifa(CUC)
Madrugada	0.02
Día	0.04
Pico	0.08

El mayor consumo por no decir que todo se realiza en el horario de la tarde, por lo que la tarifa que se toma en cuenta es la de este horario (Tabla 3.3), que multiplicada por el consumo da el costo en divisa de un día. Luego la automatización se realizará en un solo piso, por lo que solo importa la tercera parte del costo. Esta tercera parte se multiplicó por la cantidad de días hábiles del mes: 22, y a su vez por doce, o sea el número de meses del año, lo que dio como resultado \$858.88.

Como se muestra en la siguiente figura con estas ganancias en un período de cinco años y medio aproximadamente se recupera la inversión inicial.

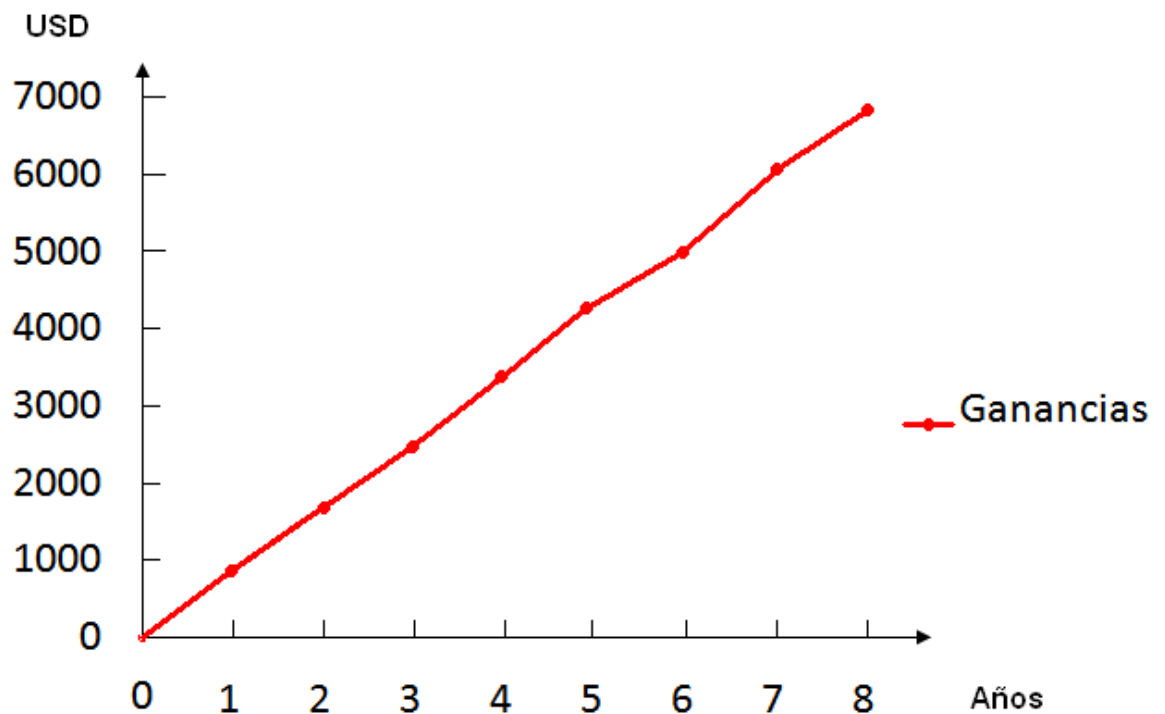


Figura 3.8. Ganancias.

Por lo tanto con el análisis realizado se demuestra que este proyecto es factible, ya que el período de recuperación de la inversión es inferior a los ocho años, y su implementación es ampliamente beneficiosa para esta entidad y para el país.

3.3 Conclusiones del capítulo

Luego de analizar los resultados obtenidos en este capítulo se ha arribado a las siguientes conclusiones:

1. Los resultados alcanzados cumplen totalmente con los objetivos propuestos.
2. Los resultados obtenidos cumplen con todos los requisitos necesarios.
3. Según el análisis económico el trabajo realizado es factible, ya que se recupera la inversión inicial en poco tiempo, y se logra un menor consumo de energía lo que tributa en un ahorro económico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 1 El levantamiento de las luces y equipos de climatización arrojó la cantidad de variables a manipular, lo que determinó la cantidad de PLC a utilizar.
- 2 Con el mapa de memoria se logró establecer una relación entre los puntos E/S de los PLC y los dispositivos de campo.
- 3 Las pruebas realizadas corroboraron que el programa cumple con las especificaciones del sistema.
- 4 La programación del autómatas garantiza un ahorro en el consumo energético de la entidad.

Recomendaciones

- 1 Implementar los autómatas MASTER-K120S (K7M-DR60U) en título 36 de la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.
- 2 Diseñar un sistema supervisorio que permita una óptima explotación de los autómatas.
- 3 Extender a otras áreas de la Refinería el uso de autómatas para el control de alumbrado y equipos de climatización.
- 4 Profundizar el estudio de la programación de PLC en la carrera de Automática.

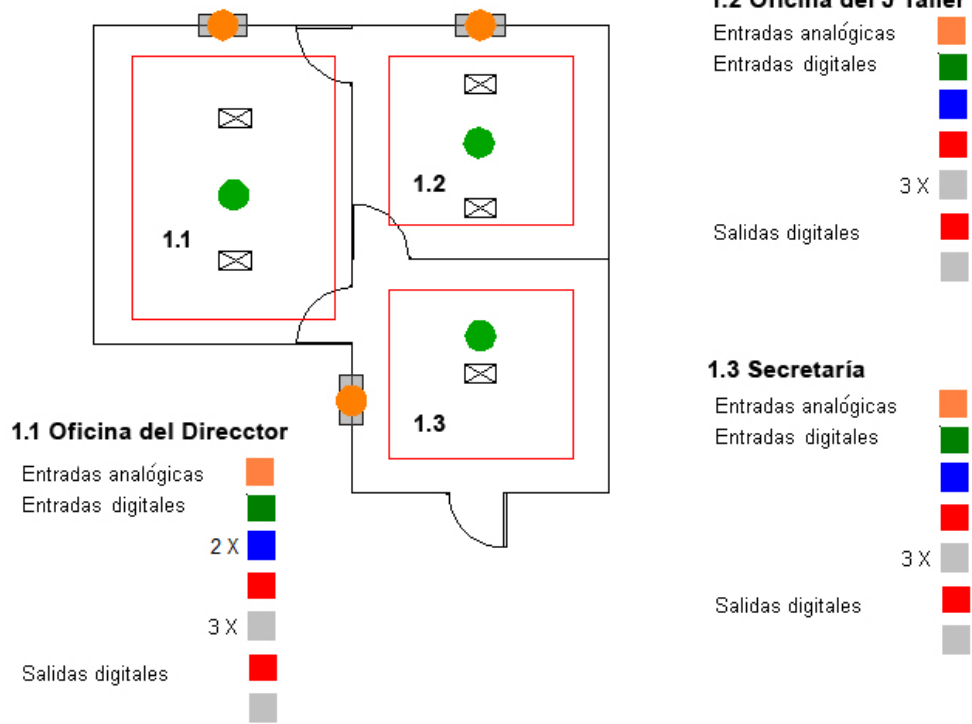
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

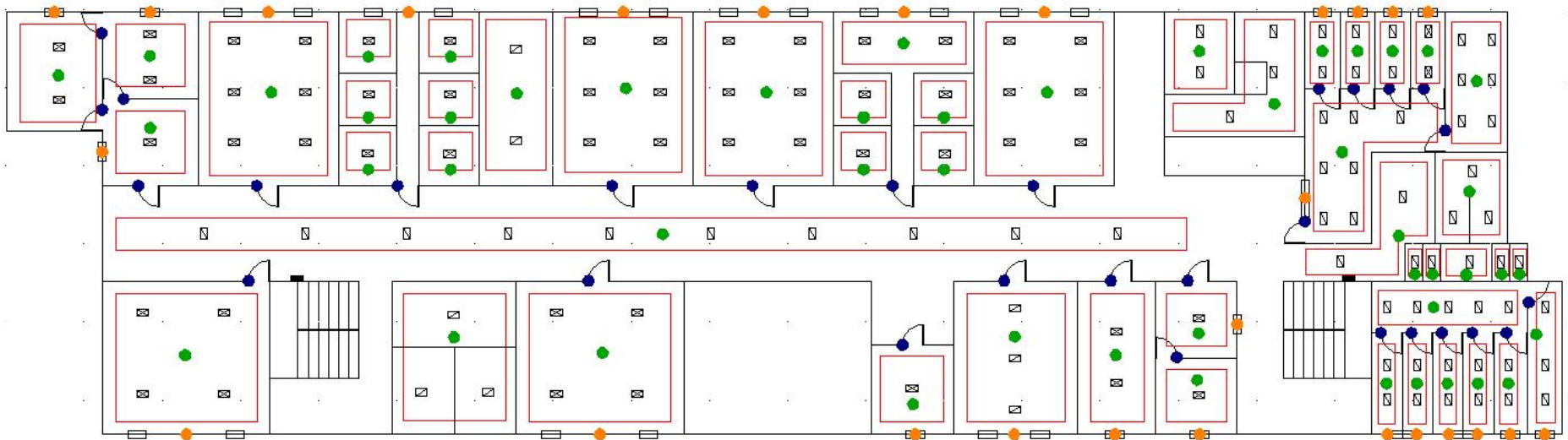
- Bayón, R. M. (2005). "Sistemas domóticos basados en PLC's."
- Canto, C. E. (2006). "Autómatas Programables." Retrieved 12 de marzo, 2010, from <http://gpds.uv.es/plc/plc.pdf>.
- Castellanos, E. I. (2007). "Sistemas a base de PLC."
- Castellanos, E. I. (2008). Sistemas de automatización. Santa Clara, Villa Clara, Samuel Feijóo.
- Cerón, C. A. M. (2009). Diseño del Sistema de Automatización para un edificio inteligente. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito, Escuela Politécnica Nacional.
- Cuéllar, R. V. B. (2005). "Domótica. Autómatas programables." Revista Digital. Investigación y Educación II(19).
- Cuéllar, R. V. B. (2005). "Domótica. El uso del PC." Revista Digital. Investigación y Educación II(19).
- Cuéllar, R. V. B. (2005). "Domótica. Especificaciones técnicas y estándares." Revista Digital. Investigación y Educación. II(19).
- Diéguez, J. R. (2005). "La evolución del control de procesos y la telemetría." Boletín Electrónico No. 02.
- Guille, M. (2001). Autómatas Programables: arquitectura y aplicaciones. Barcelona, España.
- LG (2003). User Manual: MASTER-K120S Instructions & Programming. I. Systems.
- LS (2003). User Manual: KGLWIN. I. Systems.
- LS (2003). User Manual: MASTER-K120S. I. Systems.
- María José Cobos Franco, A. A. L. I., Francisco Antonio Garay Contreras (2006). "Diseño Inmótico para ahorro energético, seguridad y control de las instalaciones para el nuevo edificio de la FIEC" Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación Guayaquil – Ecuador, Escuela Superior Politécnica del Litoral
- Navares, C. (2008). Inmótica y eficiencia energética: gestión en tiempo real de las instalaciones.
- . Perpectiva Empresarial. España. **24**: 96.

Pascual, J. G.-S. (2006). Inmótica en hoteles. Autocad Autocad magazine.

ANEXOS

Anexo I Planos





LEYENDA

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| ■ Pizarra Eléctrica | — Circuito Eléctrico |
| ⊠ Lámpara de 4 Luminarias (40w) | ● Sensor Puerta Cerrada |
| ⊠ Lámpara de 2 Luminarias (40w) | ● Sonda de Temperatura |
| ⌢ Puerta | ● Sensor de Presencia |
| □ Aire Acondicionado | |

Anexo II Mapa de memoria

PLC	Entrada digital	Descripción
K7M-DR60U/1	P00	Sensor de presencia de la oficina del director
	P01	Sensor de puerta cerrada de la puerta que da a la oficina de la secretaria
	P02	Sensor puerta cerrada de la puerta que da a la oficina del J' de Taller
	P03	Circuito de luces de la oficina del director
	P04	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina del director
	P05	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina del director
	P06	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina del director
	P07	Sensor de presencia de la oficina del J' de Taller
	P08	Sensor de puerta cerrada de la puerta que da a la oficina de la secretaria
	P09	Circuito de luces de la oficina del J' de Taller
	P0A	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina del J' de Taller
	P0B	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina del J' de Taller
	P0C	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina del J' de Taller
	P0D	Sensor de presencia de la oficina de la secretaria
	P0E	Sensor de puerta cerrada de la puerta que da al pasillo
	P0F	Circuito de luces de la oficina de la secretaria
	P10	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina de la secretaria
	P11	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina de la secretaria
	P12	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina de la secretaria
	P13	Sensor de presencia del Taller de Instrumentación 1
P14	Sensor de puerta cerrada del Taller de Instrumentación 1	
P15	Circuito de luces del Taller de Instrumentación 1	
P16	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
P17	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
P18	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
P19	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
P1A	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	

	P1B	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 1
	P1C	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Frank y Ernesto
	P1D	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Peñate
	P1E	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Güido
	P1F	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. María Teresa
	P20	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Amaury y Ariel
	P21	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Yandry
K7M-DR60U/2	P00	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. Frank y Ernesto
	P01	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. Peñate
	P02	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. Güido
	P03	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. María Teresa
	P04	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. Amaury y Ariel
	P05	Sensor de presencia del local de los Técnicos 1. Yandry
	P06	Sensor de puerta cerrada del local de los Técnicos 1
	P07	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P08	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P09	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P0A	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P0B	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P0C	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 1
	P0D	Sensor de presencia del almacén 1
	P0E	Circuito de luces del almacén 1
	P0F	Sensor de presencia del Taller de Instrumentación 2
	P10	Sensor de puerta cerrada del Taller de Instrumentación 2
	P11	Circuito de luces del Taller de Instrumentación 2
	P12	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P13	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P14	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P15	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P16	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P17	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
	P18	Sensor de presencia del local de los eléctricos
	P19	Sensor de puerta cerrada del local de los eléctricos

	P1A	Circuito de luces del local de los eléctricos
	P1B	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el local de los eléctricos
	P1C	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el local de los eléctricos
	P1D	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el local de los eléctricos
	P1E	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el local de los eléctricos
	P1F	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el local de los eléctricos
	P20	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el local de los eléctricos
K7M-DR60U/3	P00	Sensor de presencia del local de los Técnicos 2. Ernesto
	P01	Sensor de presencia del local de los Técnicos 2. Anderson
	P02	Sensor de presencia del local de los Técnicos 2. General
	P03	Sensor de presencia del local de los Técnicos 2. Jarol y Fredy
	P04	Sensor de presencia del local de los Técnicos 2. Lisdan
	P05	Sensor de puerta cerrada del local de los Técnicos 2
	P06	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Ernesto
	P07	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Anderson
	P08	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. General
	P09	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Jarol y Fredy
	P0A	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Lisdan
	P0B	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P0C	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P0D	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P0E	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P0F	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P10	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P11	Sensor de presencia de Energo Control
	P12	Sensor de puerta cerrada de Energo Control
	P13	Circuito de luces de Energo Control
	P14	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en de Energo Control
	P15	Disparo térmico del clima 1 ubicado en de Energo Control
	P16	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en de Energo Control
	P17	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en de Energo Control
	P18	Disparo térmico del clima 2 ubicado en de Energo Control
	P19	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en de Energo Control

	P1A	Sensor de presencia del baños de los hombres
	P1B	Circuito de luces del baños de los hombres
	P1C	Sensor de presencia del baños de las mujeres
	P1D	Circuito de luces del baños de las mujeres
	P1E	Circuito de luces de la oficina 4
	P1F	Circuito de luces del salón
	P20	Circuito de luces del archivo
K7M-DR60U/4	P00	Sensor de presencia de la oficina 1
	P01	Sensor de puerta cerrada de la oficina 1
	P02	Circuito de luces de la oficina 1
	P03	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 1
	P04	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 1
	P05	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 1
	P06	Sensor de presencia de la oficina 2
	P07	Sensor de puerta cerrada de la oficina 2
	P08	Circuito de luces de la oficina 2
	P09	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 2
	P0A	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 2
	P0B	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 2
	P0C	Sensor de presencia de la oficina 3
	P0D	Sensor de puerta cerrada de la oficina 3
	P0E	Circuito de luces de la oficina 3
	P0F	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 3
	P10	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 3
	P11	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 3
	P12	Sensor de presencia de la oficina 4
	P13	Sensor de puerta cerrada de la oficina 4
	P14	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 4
	P15	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 4
	P16	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 4
	P17	Sensor de presencia del salón
	P18	Sensor de puerta cerrada del salón
	P19	Sensor de puerta cerrada del archivo

	P1A	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el salón
	P1B	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el salón
	P1C	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en el salón
	P1D	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en el salón
	P1E	Disparo térmico del clima 2 ubicado en el salón
	P1F	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en el salón
	P20	Sensor de presencia del archivo
K7M-DR60U/5	P00	Sensor de presencia de los baños de Tecnología
	P01	Circuito de luces de los baños de Tecnología
	P02	Sensor de presencia del closet 1
	P03	Circuito de luces del closet 1
	P04	Sensor de presencia del closet 2
	P05	Circuito de luces del closet 2
	P06	Sensor de presencia del closet 3
	P07	Circuito de luces del closet 3
	P08	Sensor de presencia del closet 4
	P09	Circuito de luces del closet 4
	P0A	Sensor de presencia de la cocinita
	P0B	Circuito de luces de la cocinita
	P0C	Sensor de presencia del pasillo
	P0D	Circuito de luces del pasillo
	P0E	Sensor de presencia de la oficina 7,1
	P0F	Sensor de puerta cerrada de la oficina 7,1
	P10	Circuito de luces de la oficina 7,1
	P11	Sensor de presencia de la oficina 7,2
	P12	Sensor de puerta cerrada de la oficina 7,2
	P13	Circuito de luces de la oficina 7,2
	P14	Estado de funcionamiento del clima ubicado entre 7,1 y 7,2 el salón
	P15	Disparo térmico del clima ubicado entre 7,1 y 7,2 el salón
	P16	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado entre 7,1 y 7,2 el salón
	P17	Sensor de presencia de la oficina 8,1
	P18	Sensor de puerta cerrada de la oficina 8,1
	P19	Circuito de luces de la oficina 8,1

	P1A	Sensor de presencia de la oficina 8,2
	P1B	Sensor de puerta cerrada de la oficina 8,2
	P1C	Circuito de luces de la oficina 8,2
	P1D	Estado de funcionamiento del clima ubicado entre 8,1 y 8,2 el salón
	P1E	Disparo térmico del clima ubicado entre 8,1 y 8,2 el salón
	P1F	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado entre 8,1 y 8,2 el salón
	P20	Sensor de presencia de la segunda sección del pasillo
	P21	Circuito de luces de la segunda sección del pasillo
K7M-DR60U/6	P00	Sensor de presencia de la oficina 9
	P01	Sensor de puerta cerrada de la oficina 9
	P02	Circuito de luces de la oficina 9
	P03	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 9
	P04	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 9
	P05	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 9
	P06	Sensor de presencia de la dirección
	P07	Sensor de puerta cerrada de la dirección
	P08	Circuito de luces de la dirección
	P09	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la dirección
	P0A	Disparo térmico del clima ubicado en la dirección
	P0B	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la dirección
	P0C	Sensor de presencia de la oficina 13,1
	P0D	Sensor de puerta cerrada de la oficina 13,1
	P0E	Circuito de luces de la oficina 13,1
	P0F	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 13,1
	P10	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 13,1
	P11	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 113,
	P12	Sensor de presencia de la oficina 13,2
	P13	Sensor de puerta cerrada de la oficina 13,2
	P14	Circuito de luces de la oficina 13,2
	P15	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 13,2
	P16	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 13,2
	P17	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 13,2
	P18	Sensor de presencia de la oficina 14

	P19	Sensor de puerta cerrada de la oficina 14
	P1A	Circuito de luces de la oficina 14
	P1B	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina 14
	P1C	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina 14
	P1D	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina 14
	P1E	Circuito de luces de la oficina 15
	P1F	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en la oficina 15
	P20	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en la oficina 15
K7M-DR60U/7	P00	Sensor de presencia de la oficina 15
	P01	Sensor de puerta cerrada de la oficina 15
	P02	Disparo térmico del clima 1 ubicado en la oficina 15
	P03	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en la oficina 15
	P04	Disparo térmico del clima 2 ubicado en la oficina 15
	P05	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en la oficina 15
	P06	Sensor de presencia de la oficina del J' grupo técnico
	P07	Sensor de puerta cerrada de la oficina del J' grupo técnico
	P08	Circuito de luces de la oficina del J' grupo técnico
	P09	Estado de funcionamiento del clima ubicado en la oficina del J' grupo técnico
	P0A	Disparo térmico del clima ubicado en la oficina del J' grupo técnico
	P0B	Modo de funcionamiento manual/automático del clima ubicado en la oficina del J' grupo técnico
	P0C	Sensor de presencia de la cocina
	P0D	Sensor de puerta cerrada de la cocina
	P0E	Circuito de luces de la cocina
	P0F	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en de la cocina
	P10	Disparo térmico del clima 1 ubicado en de la cocina
	P11	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 ubicado en de la cocina
	P12	Estado de funcionamiento del clima 2 ubicado en de la cocina
	P13	Disparo térmico del clima 2 ubicado en de la cocina
	P14	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 2 ubicado en de la cocina
	P15	Sensor de presencia del almacén 2
	P16	Circuito de luces del almacén 2
	P17	Sensor de presencia del salón de conferencias
	P18	Sensor de puerta cerrada del salón de conferencias

	P19	Circuito de luces del salón de conferencias
	P1A	Estado de funcionamiento del clima 1 ubicado en el salón de conferencias
	P1B	Disparo térmico del clima 1 ubicado en el salón de conferencias
	P1C	Modo de funcionamiento manual/automático del clima 1 en el salón de conferencias
	P1D	Estado de funcionamiento del clima 2 en el salón de conferencias
	P1E	Disparo térmico del clima 2 en el salón de conferencias
	P1F	Modo de funcionamiento manual/automático en el salón de conferencias
	P20	Sensor de presencia de la primera sección del pasillo
	P21	Circuito de luces de la primera sección del pasillo

PLC	Salida digital	Descripción	
K7M-DR60U/1	P40	Circuito de luces de la oficina del director de AIT	
	P41	Clima ubicado en la oficina del director de AIT	
	P42	Circuito de luces de la oficina del J' de Taller	
	P43	Clima ubicado en la oficina del J' de Taller	
	P44	Circuito de luces de la oficina de la secretaria	
	P45	Clima ubicado en la oficina de la secretaria	
	P46	Circuito de luces de Taller de Instrumentación 1	
	P47	Clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
	P48	Clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 1	
	P49	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Frank y Ernesto	
	P4A	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Peñate	
	P4B	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Güido	
	P4C	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. María Teresa	
	P4D	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Amaury y Ariel	
	P4E	Circuito de luces del local de los Técnicos 1. Yandry	
	P4F	Clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 1	
	P50	Clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 1	
	K7M-DR60U/2	P40	Circuito de luces del almacén 1
		P41	Circuito de luces del Taller de Instrumentación 2
		P42	Clima 1 ubicado en el Taller de Instrumentación 2
P43		Clima 2 ubicado en el Taller de Instrumentación 2	
P44		Circuito de luces del local de los eléctricos	
P45		Clima 1 ubicado en el local de los eléctricos	
P46		Clima 2 ubicado en el local de los eléctricos	
K7M-DR60U/3	P40	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Ernesto	
	P41	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Anderson	
	P42	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. General	
	P43	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Jarol y Fredy	
	P44	Circuito de luces del local de los Técnicos 2. Lisdan	

	P45	Clima 1 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P46	Clima 2 ubicado en el local de los Técnicos 2
	P47	Circuito de luces de Energo Control
	P48	Clima 1 ubicado en el local Energo Control
	P49	Clima 2 ubicado en el local Energo Control
	P4A	Circuito de luces del baños de los hombres
	P4B	Circuito de luces del baños de las mujeres
K7M-DR60U/4	P40	Circuito de luces de la oficina 1
	P41	Clima ubicado en la oficina 1
	P42	Circuito de luces de la oficina 2
	P43	Clima ubicado en la oficina 2
	P44	Circuito de luces de la oficina 3
	P45	Clima ubicado en la oficina 3
	P46	Circuito de luces de la oficina 4
	P47	Clima ubicado en la oficina 4
	P48	Circuito de luces del salón
	P49	Clima 1 ubicado en el salón
	P4A	Clima 2 ubicado en el salón
	P4B	Circuito de luces del archivo
K7M-DR60U/5	P40	Circuito de luces de los baños de Tecnología
	P41	Circuito de luces del closet 1
	P42	Circuito de luces del closet 2
	P43	Circuito de luces del closet 3
	P44	Circuito de luces del closet 4
	P45	Circuito de luces de la cocinita
	P46	Circuito de luces del pasillo
	P47	Circuito de luces de la oficina 7,1
	P48	Circuito de luces de la oficina 7,2
	P49	Clima ubicado entre la oficina 7,1 y 7,2
	P4A	Circuito de luces de la oficina 8,1
	P4B	Circuito de luces de la oficina 8,2
	P4C	Clima ubicado entre la oficina 8,1 y 8,2
	P4D	Circuito de luces de la segunda sección del pasillo

K7M-DR60U/6	P40	Circuito de luces de la oficina 9
	P41	Clima ubicado en la oficina 9
	P42	Circuito de luces de la dirección
	P43	Clima ubicado en la dirección de Tecnología
	P44	Circuito de luces de la oficina 13,1
	P45	Clima ubicado en la oficina 13,1
	P46	Circuito de luces de la oficina 13,2
	P47	Clima ubicado en la oficina 13,2
	P48	Circuito de luces de la oficina 14
	P49	Clima ubicado en la oficina 14
K7M-DR60U/7	P40	Circuito de luces de la oficina 15
	P41	Clima 1 ubicado en la oficina 15
	P42	Clima 2 ubicado en la oficina 15
	P43	Circuito de luces de la oficina del J' grupo técnico
	P44	Clima ubicado en la oficina del J' grupo técnico
	P45	Circuito de luces de la cocina de AIT
	P46	Clima 1 ubicado en la cocina de AIT
	P47	Clima 2 ubicado en la cocina de AIT
	P48	Circuito de luces del almacén 2
	P49	Circuito de luces del salón de conferencias
	P4A	Clima 1 ubicado en el salón de conferencias
	P4B	Clima 2 ubicado en el salón de conferencias
	P4C	Circuito de luces de la primera sección del pasillo

Entrada analógica	Descripción	Alias
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina del director de AIT	SONTODA/1,1
Ch1	Sonda de temperatura de la oficina de J' del Taller.	SONTOJT/1,2
Ch2	Sonda de temperatura de la oficina de la secretaria de AIT	SONTOSA/1,3
Ch3	Sonda de temperatura del Taller de Instrumentación 1	SONTTI1/2
Ch0	Sonda de temperatura del local de los Técnicos 1	SONTLT1/3
Ch1	Sonda de temperatura del Taller de Instrumentación 2	SONTTI2/5
Ch2	Sonda de temperatura del local de los eléctricos	SONTLE/6
Ch3	Sonda de temperatura	SONT
Ch0	Sonda de temperatura local de los Técnicos 2	SONTLT2/7
Ch1	Sonda de temperatura del local de Energo Control	SONTLEC/8
Ch2	Sonda de temperatura	SONT
Ch3	Sonda de temperatura	SONT
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 1	SONTO/10,1
Ch1	Sonda de temperatura de la oficina 2	SONTO/10,2
Ch2	Sonda de temperatura de la oficina 3	SONTO/10,3
Ch3	Sonda de temperatura	SONT
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 4	SONTO/10,4
Ch1	Sonda de temperatura del salón de la biblioteca	SONTSB/10,5
Ch2	Sonda de temperatura	SONT
Ch3	Sonda de temperatura	SONT
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 7,1	SONTO/12,7-1
Ch1	Sonda de temperatura de la oficina 7,2	SONTO/12,7-2
Ch2	Sonda de temperatura de la oficina 8,1	SONTO/12,8-1
Ch3	Sonda de temperatura de la oficina 8,2	SONTO/12,8-2
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 9	SONTO/12,9
Ch1	Sonda de temperatura de la dirección de Tecnología	SONTDT/12,11
Ch2	Sonda de temperatura	SONT
Ch3	Sonda de temperatura	SONT

Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 13,1	SONTO/13,1
Ch1	Sonda de temperatura de la oficina 13,2	SONTO/13,2
Ch2	Sonda de temperatura de la oficina 14	SONTO/14
Ch3	Sonda de temperatura	SONT
Ch0	Sonda de temperatura de la oficina 15	SONTO/15
Ch1	Sonda de temperatura de la oficina del J' grupo Técnico	SONTOJGT/16
Ch2	Sonda de temperatura de la cocina de AIT	SONTCOA/17
Ch3	Sonda de temperatura del salón de conferencias	SONTSC/19

PLC	Variable Intermedia	Descripción	Alias
K7M-DR60U/1	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/1
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM1/1
	M3	Rango 9-11	R9-11/1
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/1
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/1
	M6	Rango 1-4	R1-4/1
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0	RS220/1
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1	RS221/1
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2	RS222/1
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3	RS223/1
K7M-DR60U/2	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina del director	TACDT/1,1
	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina del director	TACPA/1,1
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina del director	TACNP/1,1
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina del director	TALNP/1,1
	T4	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina del J' de Taller	TACDT/1,2
	T5	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina del J' de Taller	TACPA/1,2
	T6	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina del J' de Taller	TACNP/1,2
	T7	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina del J' de Taller	TALNP/1,2
	T8	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina de la secretaria	TACDT/1,3
	T9	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina de la secretaria	TACPA/1,3
	T10	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina de la secretaria	TACNP/1,3
	T11	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina de la secretaria	TALNP/1,3
	T12	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Taller de Instrumentación 1	TACDT/2
	T13	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Taller de Instrumentación 1	TACPA/2
	T14	Temporizador de apagado del clima por no presencia Taller de Instrumentación 1	TACNP/2
T15	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Taller de Instrumentación 1	TALNP/2	
K7M-DR60U/2	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/2

	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/2
	M3	Rango 9-11	R9-11/2
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/2
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/2
	M6	Rango 1-4	R1-4/2
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0	RS220/2
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1	RS221/2
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2	RS222/2
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3	RS223/2
	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Local de los Técnicos 1	TACDT/3
	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Local de los Técnicos 1	TACPA/3
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Local de los Técnicos 1	TACNP/3
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Local de los Técnicos 1	TALNP/3
	T4	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Almacén 1	TALNP/4
	T5	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Taller de Instrumentación 2	TACDT/5
	T6	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Taller de Instrumentación 2	TACPA/5
	T7	Temporizador de apagado del clima por no presencia Taller de Instrumentación 2	TACNP/5
	T8	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Taller de Instrumentación 2	TALNP/5
	T9	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Local de los eléctricos	TACDT/6
	T10	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Local de los eléctricos	TACPA/6
	T11	Temporizador de apagado del clima por no presencia Local de los eléctricos	TACNP/6
	T12	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Local de los eléctricos	TALNP/6
K7M-DR60U/3	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/3
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/3
	M3	Rango 9-11	R9-11/3
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/3
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/3
	M6	Rango 1-4	R1-4/3
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0	RS220/3
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1	RS221/3
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2	RS222/3
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3	RS223/3
	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Local de los Técnicos 2	TACDT/7

	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Local de los Técnicos 2	TACPA/7
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Local de los Técnicos 2	TACNP/7
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Local de los Técnicos 2	TALNP/7
	T4	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Energo Control	TACDT/8
	T5	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Energo Control	TACPA/8
	T6	Temporizador de apagado del clima por no presencia Energo Control	TACNP/8
	T7	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Energo Control	TALNP/8
	T8	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Baños de hombres	TALNP/9.1
	T9	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Baños de mujeres	TALNP/9.2
K7M-DR60U/4	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/4
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/4
	M3	Rango 9-11	R9-11/4
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/4
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/4
	M6	Rango 1-4	R1-4/4
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0 Módulo 1	RS220/4,1
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1Módulo 1	RS221/4,1
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2 Módulo 1	RS222/4,1
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3 Módulo 1	RS223/4,1
	M11	Temperatura por encima de 22 grados ch0 Módulo 2	RS220/4,2
	M12	Temperatura por encima de 22 grados ch1Módulo 2	RS221/4,2
	M13	Temperatura por encima de 22 grados ch2 Módulo 2	RS222/4,2
	M14	Temperatura por encima de 22 grados ch3 Módulo 2	RS223/4,2
	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Biblioteca Oficina 1	TACDT/10,1
	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Biblioteca Oficina 1	TACPA/10,1
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Biblioteca Oficina 1	TACNP/10,1
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Oficina 1	TALNP/10,1
	T4	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Biblioteca Oficina 2	TACDT/10,2
	T5	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Biblioteca Oficina 2	TACPA/10,2
	T6	Temporizador de apagado del clima por no presencia Biblioteca Oficina 2	TACNP/10,2
	T7	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Oficina 2	TALNP/10,2
	T8	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Biblioteca Oficina 3	TACDT/10,3
	T9	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Biblioteca Oficina 3	TACPA/10,3

	T10	Temporizador de apagado del clima por no presencia Biblioteca Oficina 3	TACNP/10,3
	T11	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Oficina 3	TALNP/10,3
	T12	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Biblioteca Oficina 4	TACDT/10,4
	T13	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Biblioteca Oficina 4	TACPA/10,4
	T14	Temporizador de apagado del clima por no presencia Biblioteca Oficina 4	TACNP/10,4
	T15	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Oficina 4	TALNP/10,4
	T16	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Biblioteca Salón	TACDT/10,5
	T17	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Biblioteca Salón	TACPA/10,5
	T18	Temporizador de apagado del clima por no presencia Biblioteca Salón	TACNP/10,5
	T19	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Salón	TALNP/10,5
	T20	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Biblioteca Archivo	TALNP/10,6
K7M-DR60U/5	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/5
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/5
	M3	Rango 9-11	R9-11/5
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/5
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/5
	M6	Rango 1-4	R1-4/5
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0	RS220/5
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1	RS221/5
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2	RS222/5
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3	RS223/5
	T0	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Baño de Tecnología	TALNP/11
	T1	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Closet 1	TALNP/12,1
	T2	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Closet 2	TALNP/12,2
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Closet 3	TALNP/12,3
	T4	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Closet 4	TALNP/12,4
	T5	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Cocina	TALNP/12,5
	T6	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Pasillo	TALNP/12,6
	T7	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Tecnología Oficina 7	TACDT/12,7
	T8	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Tecnología Oficina 7	TACPA/12,7
	T9	Temporizador de apagado del clima por no presencia Tecnología Oficina 7	TACNP/12,7
	T10	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Oficina 7	TALNP/12,7
	T11	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Tecnología Oficina 8	TACDT/12,8

	T12	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Tecnología Oficina 8	TACPA/12,8
	T13	Temporizador de apagado del clima por no presencia Tecnología Oficina 8	TACNP/12,8
	T14	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Oficina 8	TALNP/12,8
	T15	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Pasillo	TALNP/21
K7M-DR60U/6	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/6
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/6
	M3	Rango 9-11	R9-11/6
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/6
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/6
	M6	Rango 1-4	R1-4/6
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0 Módulo 1	RS220/6,1
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1Módulo 1	RS221/6,1
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2 Módulo 1	RS222/6,1
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3 Módulo 1	RS223/6,1
	M11	Temperatura por encima de 22 grados ch0 Módulo 2	RS220/6,2
	M12	Temperatura por encima de 22 grados ch1Módulo 2	RS221/6,2
	M13	Temperatura por encima de 22 grados ch2 Módulo 2	RS222/6,2
	M14	Temperatura por encima de 22 grados ch3 Módulo 2	RS223/6,2
	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Tecnología Oficina 9	TACDT/12,9
	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Tecnología Oficina 9	TACPA/12,9
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Tecnología Oficina 9	TACNP/12,9
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Oficina 9	TALNP/12,9
	T4	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Tecnología Dirección	TACDT/12,10
	T5	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Tecnología Dirección	TACPA/12,10
	T6	Temporizador de apagado del clima por no presencia Tecnología Dirección	TACNP/12,10
	T7	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Tecnología Dirección	TALNP/12,10
	T8	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina 13,1	TACDT/13,1
	T9	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina 13,1	TACPA/13,1
	T10	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina 13,1	TACNP/13,1
	T11	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina 13,1	TALNP/13,1
	T12	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina 13,2	TACDT/13,2
	T13	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina 13,2	TACPA/13,2
	T14	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina 13,2	TACNP/13,2

	T15	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina 13,2	TALNP/13,2
	T16	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficinas varias 2	TACDT/14
	T17	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficinas varias 2	TACPA/14
	T18	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficinas varias 2	TACNP/14
	T19	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficinas varias 2	TALNP/14
K7M-DR60U/7	M1	Señal de bandera mayor que 9:00am	SBM9/7
	M2	Señal de bandera menor que 11:00am	SBM11/7
	M3	Rango 9-11	R9-11/7
	M4	Señal de bandera mayor que 1:00pm	SBM1/7
	M5	Señal de bandera menor que 4:00pm	SBM4/7
	M6	Rango 1-4	R1-4/7
	M7	Temperatura por encima de 22 grados ch0	RS220/7
	M8	Temperatura por encima de 22 grados ch1	RS221/7
	M9	Temperatura por encima de 22 grados ch2	RS222/7
	M10	Temperatura por encima de 22 grados ch3	RS223/7
	T0	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficinas varias 3	TACDT/15
	T1	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficinas varias 3	TACPA/15
	T2	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficinas varias 3	TACNP/15
	T3	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficinas varias 3	TALNP/15
	T4	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Oficina J' grupo técnico	TACDT/16
	T5	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Oficina J' grupo técnico	TACPA/16
	T6	Temporizador de apagado del clima por no presencia Oficina J' grupo técnico	TACNP/16
	T7	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Oficina J' grupo técnico	TALNP/16
	T8	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Cocina	TACDT/17
	T9	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Cocina	TACPA/17
	T10	Temporizador de apagado del clima por no presencia Cocina	TACNP/17
	T11	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Cocina	TALNP/17
	T12	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Almacén 2	TALNP/18
	T13	Temporizador de apagado del clima por disparo térmico Salón de conferencias	TACDT/19
	T14	Temporizador de apagado del clima por puerta abierta Salón de conferencias	TACPA/19
	T15	Temporizador de apagado del clima por no presencia Salón de conferencias	TACNP/19
	T16	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Salón de conferencias	TALNP/19
	T17	Temporizador de apagado de las luces por no presencia Pasillo	TALNP/20

