

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

Propuesta de Automatización para el Hotel Pasacaballos en Cienfuegos.

Autor: Ariel Urra Alemán

Tutores: Ing. Liodan Valdivia Coca.

MSc. Ing. Robby Gustabello Cogle.

Santa Clara

2013

"Año 55 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 para el Hotel Pasacaballos en Cienfuegos.

Autor: Ariel Urra Alemán

E-mail: urra@uclv.edu.cu

Tutores: Ing. Liodan Valdivia Coca.

**COPEXTEL División Villa Clara. Gerencia de Automática y
Comunicaciones.**

E-mail: coca@vc.copextel.com.cu

MSc. Ing. Robby Gustabello Cogle.

Dpto. de Automática, Facultad de Ing. Eléctrica, UCLV

E-mail: roby@uclv.edu.cu

Santa Clara

2013

"Año 55 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

*Saber no es suficiente, debemos aplicar.
Desear no es suficiente, debemos hacer.*

Johann W. Von Goethe.

DEDICATORIA

A mis padres, pues son ellos los principales merecedores de todo mi amor y sacrificio, en aras de ser una mejor persona en el plano personal y profesional.

A mi familia por estar atentos en mi formación como profesional, de los cuales recibí y recibo apoyo y confianza para lograr mis metas. A mis amigos con los que siempre cuento en momentos difíciles o de felicidad. A mi hermano Javier, a mis primos, a mi novia Yilianis por todo su cariño. Para todos ellos está dedicado este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores: Coca, Vladimir y Robby, que me dieron todo su apoyo y experiencia para que lograra alcanzar el objetivo de este proyecto.

A la gerencia de Informática y Comunicaciones de Copextel Villa Clara.

A todos los que me dieron su apoyo y ayuda, los que constituyen verdaderos ejemplos de amistad.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar propuesta de automatización para el Hotel Pasacaballos que garantice el funcionamiento eficiente de sus procesos tecnológicos y mejore la calidad de sus servicios., con un diseño que se adapte a las necesidades del explotador. Para ello fue necesario obtener información sobre el funcionamiento de los procesos tecnológicos que presenta actualmente el hotel. Se realizó una propuesta para el diseño de la automática, así como la tecnología a utilizar a partir de la identificación las variables de control y supervisión por áreas de trabajo. Se confeccionaron los seis esquemas de conexión eléctrica para los paneles de control, los que constituyen una documentación necesaria y de gran utilidad para el momento de puesta en marcha del proyecto en el hotel. Se elaboró un programa para PLC que consigue el control automático del alumbrado exterior del hotel, dado el alto consumo de energía eléctrica que representa el sistema de iluminación para la instalación.

La ejecución del proyecto se justifica debido al alto consumo de energía eléctrica que presenta el hotel. Necesitándose un sistema capaz de lograr una alta eficiencia energética y ofrecer un servicio de óptima calidad.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. AUTOMATIZACIÓN DE INMUEBLES	4
1.1 Automatización de inmuebles. Reseña histórica.....	4
1.2 Domótica.....	6
1.2.1 Elementos que forman parte de un Sistema Domótico.....	7
1.2.2 Aplicaciones y servicios.	8
1.3 Inmótica.....	9
1.4 Criterios para la clasificación técnica de sistemas automatizados en edificaciones. 11	
1.4.1 Tipo de estructura.	11
1.4.2 Medio de Transmisión.	13
1.4.3 Protocolo de comunicaciones.	13
1.5 Criterios para el diseño de sistemas automáticos de hoteles en Cuba.....	14
1.6 Conclusiones del capítulo.	17
CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LOS PRINCIPALES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DEL HOTEL PASACABALLOS	18
2.1 Procesos tecnológicos a automatizar en el hotel Pasacaballos.....	18
2.2 Selección del equipamiento para la implantación del sistema automatizado.	24
2.3 Propuesta para el sistema de automatización.	28

2.4	Conclusiones del capítulo.	32
CAPÍTULO 3. CONTROL DE ALUMBRADO Y ESQUEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA. 33		
3.1	Programa para el control de alumbrado por programación horaria.	33
3.1.1	Instrucciones utilizadas para la elaboración del programa	34
3.1.2	Descripción de las partes esenciales del programa.....	35
3.1.3	Mapa de memoria del PLC	39
3.2	Confección de los esquemas de conexión eléctrica para los paneles de control....	39
3.3	Análisis económico	40
3.4	Conclusiones del capítulo.	44
CONCLUSIONES		45
RECOMENDACIONES.....		46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		47
ANEXOS		49

INTRODUCCIÓN

Una gran variedad de autores se han referido a los descubrimientos científicos y al impresionante desarrollo tecnológico de nuestra civilización y época. Asimismo, las personas aprovechan y disfrutan diariamente muchos servicios y amenidades derivados de la ciencia, la ingeniería y la tecnología. A pesar de ello, existe poco conocimiento y reconocimiento del papel de la Automática y del Control Automático en todas las Áreas de la actividad humana. (Hernández 2003)

Otro aspecto importante en la actualidad es que las personas necesitan estar seguras, cómodas y confiables en el medio en el que se desenvuelven, ya sea en su hogar o en la empresa y para esto se han implementado dispositivos y sistemas para poder satisfacer esta necesidad, lo que provocaría que el usuario tenga confianza en los mismos sistemas y además se sienta cómodo.

Poco a poco fueron surgiendo los dispositivos o sistemas llamados «inteligentes», los cuales se les nombró así porque son capaces de realizar tareas por sí mismos reaccionando a su ambiente. Es decir, empezaron a ser altamente automatizados por medio de la integración de todos sus sistemas. A mediados de la década de 1980 a 1990 surge el concepto de Edificio Inteligente y con ello atrajo la atención de constructores de edificios y del mercado inmobiliario. (Castelvetri 2005)

La actual coyuntura económica hace que la optimización operativa y financiera sea uno de los principales objetivos de cualquier inversión. Los hoteles no están ajenos a dicha tendencia. Cada día aparecen nuevos competidores en la escena y los clientes tienen a su disposición una amplia gama de ofertas para escoger el lugar donde pasarán sus próximas vacaciones. (Arcila 2008)

Por lo general, en estos establecimientos no se realiza un control riguroso del consumo energético y, en algunos casos, no se conocen al detalle sus instalaciones energéticas.

La automatización en los hoteles no sólo sirve para impresionar a los huéspedes con sus prestaciones. Son también el camino para alcanzar una operación más eficiente desde el punto de vista energético, algo crucial cuando se busca la rentabilidad.(Arcila 2008)

La importancia que le confiere el país al sector turístico está dada por su innegable aporte a la economía nacional. Por tal razón la búsqueda de eficiencia de las edificaciones hoteleras en Cuba ha venido en ascenso con el decursar de los años.

El hotel Pasacaballos situado a la entrada de la hermosa Bahía de Cienfuegos cuenta con 188 habitaciones y por su ubicación geográfica es de gran atracción para el turismo.

Uno de los problemas principales que afronta en la actualidad esta instalación es el alto consumo energético en que incurre mensualmente. Ello se debe, fundamentalmente, a la inexistencia de un sistema automatizado que garantice el manejo eficiente de sus procesos tecnológicos y mejore la calidad de los servicios.

Para resolver la problemática planteada se traza el objetivo general de este trabajo consistente en una propuesta de automatización para el Hotel Pasacaballos que garantice el funcionamiento eficiente de sus procesos tecnológicos y mejore la calidad de sus servicios.

Para cumplimentar este objetivo se definieron los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar las generalidades de la automatización de inmuebles, profundizando en los criterios de diseño de sistemas automáticos para los hoteles en Cuba.
2. Obtener información sobre el funcionamiento de los procesos tecnológicos que presenta actualmente el hotel.
3. Identificar las variables de control y supervisión por áreas de trabajo.
4. Proponer un sistema de automatización para los principales procesos tecnológicos de interés para la dirección del hotel.
5. Confeccionar los esquemas eléctricos de los paneles de control.
6. Elaborar un programa para PLC, que consiga el control automático del alumbrado exterior del hotel.

La presente investigación se enmarca en un proyecto que lleva a cabo la gerencia de soluciones de COPEXTEL división Villa Clara. Esta empresa fue contratada por el citado hotel para solucionar los inconvenientes vinculados al funcionamiento de sus procesos tecnológicos y la calidad de sus servicios.

El documento se organiza de la siguiente forma:

El capítulo 1 brinda una revisión bibliográfica relativa a la automatización de inmuebles, destacando criterios a tener en cuenta para la realización de sistemas de automática en hoteles cubanos.

En el capítulo 2 se realiza una descripción de los procesos a controlar y se evalúa el equipamiento con que debe contar el hotel para realizar la automatización. Además se exponen las características esenciales del sistema de automatización a implementar.

En el capítulo 3 se elabora una parte importante de la documentación necesaria para la ejecución del proyecto de automatización, como son los esquemas de conexión eléctrica de los paneles de control y el programa para PLC que garantiza el control del alumbrado exterior del hotel.

Posteriormente se exponen las conclusiones del trabajo en correspondencia con el objetivo trazado y se proporcionan recomendaciones para dar continuidad al proyecto. En la bibliografía se muestran las referencias consultadas para la realización del trabajo y finalmente se presentan los anexos para ampliar la información relacionada con los temas tratados.

CAPÍTULO 1. AUTOMATIZACIÓN DE INMUEBLES

1.1 Automatización de inmuebles. Reseña histórica.

La necesidad de automatización de inmuebles comienza con la crisis energética de los años 70 en Europa y Norteamérica, con el objetivo principal de generar un ahorro en el consumo de combustibles, debido a su escasez y a sus altos precios. Inicialmente se focalizó en las grandes industrias, a través del desarrollo en los sectores: espacial y químico entre otros. La continua investigación en el campo tecnológico derivó en la ampliación de la oferta tecnológica, y por consiguiente un incremento en el alcance de las soluciones. Gracias a esto, comienzan a aparecer los primeros edificios inteligentes. En esos momentos esta tecnología tenía costos altos y debido a ello era utilizada principalmente en edificios con grandes consumos, tales como: hospitales, hoteles, y sedes de grandes corporaciones. Cada país desarrolló de forma distinta esta nueva tecnología, dependiendo de: la potencia de su industria tecnológica, de las telecomunicaciones, de las necesidades específicas que quisiera cubrir con su desarrollo y de su ideología.(Bonilla, García et al. 2009)

Estados Unidos fue uno de los primeros países en entrar en este sector de la tecnología. Los estadounidenses controlaban el campo de la informática, gracias al enorme potencial económico de IBM. Esto les permitió volcarse en el *Interactive Home* (Hogar Interactivo). A partir del año 1984, se lanzó el proyecto de la *National Association of Home Builders* (Asociación Nacional de Construcción de Viviendas), denominado *Smart House* (Casa Inteligente). El elemento fundamental del *Smart House* era un sistema de cableado unificado que reemplazaba al cableado tradicional de una casa. Como innovación, destacaba su sistema de control de circuito cerrado, que permitía controlar cualquier aparato por medio de una señal apropiada y conocer en todo momento lo que estaba ocurriendo dentro de la casa. (domotichoy.com 2009).

Gradualmente con el transcurso del tiempo, fue decreciendo el costo de producción de los recursos tecnológicos, aumentándose considerablemente las opciones disponibles en el mercado. Así surgen nuevas iniciativas en todo el mundo, principalmente en Europa y Asia. Siendo este último el primer promotor hacia el mercado de la vivienda.

Según (Guerra 2012), la Comunidad Europea contaba con una serie de programas de investigación tecnológica que hacían referencia, en muchos casos, a esta nueva tecnología para el hogar, y que tenía efectos a nivel económico gracias al presupuesto que destinaba a las investigaciones. Tal es el caso de "Esprit" (1987-1992), "Euronet Diane", o "Race" (1987-1992), los cuales tenían el propósito de lograr un continuo desarrollo para las nuevas tecnologías, especialmente la rama de las telecomunicaciones.

En la década del 90, el control automático experimentó un considerable progreso, debido al vertiginoso desarrollo de la electrónica como herramienta de gran trascendencia y aplicabilidad que auxilia el impulso de todo tipo de sistemas industriales.

En la actualidad existe gran cantidad de soluciones para la automatización. Desde los elementos básicos que incorporan sensores y actuadores vinculados en acción directa, hasta los más avanzados que incorporan microprocesadores en redes de autómatas programables dispuestas mediante la adecuada integración de sistemas. En este sentido, la automatización de edificios habitacionales, naves industriales, almacenes, edificios corporativos, centros comerciales, instalaciones deportivas, hoteles, entre otros, se viene efectuando mediante estas soluciones "propietarias del fabricante", de manera tal que la empresa que desea automatizar funciones, contrata servicios con un instalador proveedor de soluciones de automatización. Para ello se elabora un proyecto en el que se diseña una solución concreta adaptada a las características de localización espacial y de finalidad. La utilidad de tal proyecto es indudable, pero mengua con el paso del tiempo al modificarse las características espaciales, funcionales y conceptuales del edificio automatizado. La inversión queda amortizada en su plazo, pero más allá de éste, cuando cambia el entorno de operatividad, se pierde posibilidades de aprovechamiento del sistema implantado. Esto sucede porque estos proyectos implican un diseño rígido, poco adaptable a los cambios y muy costoso en mantenimiento, al quedar dependiente de la solución de marca elegida. (González, Benítez et al. 2010)

En un edificio todos los sistemas eran independientes, pero hoy se ofrecen soluciones que integran y relacionan entre sí dichos elementos suponiendo una clara ventaja para el usuario.

El modo de vida actual ha provocado un fenómeno cultural excepcional. Nos hallamos inmersos en la Sociedad de la Comunicación y la Información, donde la automatización se convierte en una necesidad actual y vital.

Para hablar de automatización de inmuebles, se usa el vocablo domótica para referirse a la vivienda y el término inmótica para las edificaciones. Este tema es ampliado en los epígrafes siguientes.

1.2 Domótica.

Se puede decir que el término “Gestión Técnica de instalaciones de la Edificación” que apenas se emplea por las personas, se ha venido sustituyendo frecuentemente por el de “*Domótica*”. Sin embargo, tampoco la domótica es un concepto muy conocido, aunque es más fácil recordar una única palabra para describir algo que no un conjunto demasiado extenso de vocablos.

Otras ideas que se utilizan para describir este conjunto de sistemas y servicios se han englobado en expresiones como “*Edificio Inteligente*” que inequívocamente tienen una componente publicitaria muy atractiva pero que ha hecho que se considere a la gestión técnica de la edificación como algo muy alejado de la realidad o propio de quien dispone de abundantes recursos económicos. No obstante es justo hacer en este punto algunas apreciaciones sobre el término **Domótica**, que según (Gartzia 2011) proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa *casa* en latín) y *tica* (de *informática*, palabra de origen francés, a su vez proveniente de la contracción de “información” y “automática”).

Varios autores nos brindan una serie de definiciones referente de la domótica, entre las que destacamos la mencionada por (Bonilla, García et al. 2009) en la que se concibe como el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación; incluye principalmente el uso de la electricidad, dispositivos electrónicos, sistemas informáticos y diferentes dispositivos de

telecomunicaciones. Otra definición nos la brinda (Angel 1993) quien la delimita como un vocablo referido a la integración de las nuevas tecnologías al espacio arquitectónico, formando un todo coherente que busca aportar una mayor calidad de vida al usuario. Pero la más perfeccionada la es en la que se define a la Domótica como el término 'científico' que se utiliza para denominar la parte de la tecnología (electrónica e informática) que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio habitacional. Es un conjunto de sistemas capaces de automatizar un inmueble, aporta servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación; se puede integrar por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y su control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del inmueble.(Franco 2011)



Figura 1.1. Ejemplos de funcionalidades de la domótica.

1.2.1 Elementos que forman parte de un Sistema Domótico.

Las funciones de la domótica se apoyan en multitudes de dispositivos distribuidos a lo largo del inmueble en función de las necesidades. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- ✓ Controlador: Los controladores son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.

- ✓ Actuator: El actuador es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador y realizar una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, entre otros.).
- ✓ Sensor: El sensor es el dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, gas, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, entre otros.).
- ✓ Bus: Es bus es el medio de transmisión que transporta la información entre los distintos dispositivos por un cableado propio, por la redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos) o de forma inalámbrica.
- ✓ Interfaces: Los interfaces refiere a los dispositivos (pantallas, móvil, Internet) y los formatos (binario, audio) en que se muestra la información del sistema para los usuarios (u otros sistemas) y donde los mismos pueden interactuar con el sistema.

Dependiendo de cada solución o fabricante, hay equipos que son controladores/sensores/actuadores al mismo tiempo, ya que en un único equipo se coloca toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar cuando corresponda. Pero la mayoría de las soluciones del mercado, sean propietarias o no, se construyen diferenciando los sensores de los actuadores para aportar mayor flexibilidad y menor precio de cara a la instalación en una edificación.

1.2.2 Aplicaciones y servicios.

Un sistema de domótica integra aplicaciones y servicios aislados, lo que permite la creación de nuevos y sofisticados servicios a partir de otros más básicos, en donde el conjunto es más inteligente que la suma de las partes. Pese a su complejidad creciente, no debemos perder de vista la finalidad antropocéntrica de estos sistemas, que tienen por objetivo satisfacer necesidades humanas, siguiendo el ya tópico lema de que la tecnología debe estar al servicio de las personas, y nunca a la inversa. (Hugo Martín Domínguez 2006)

Para (Coronel 2010) los servicios o aplicaciones típicas que ofrece la domótica se pueden agrupar según los cinco aspectos o ámbitos siguientes:

1. Ahorro energético: El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos.
2. Confort: Conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo como activo.
3. Seguridad: Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal.
4. Comunicaciones: Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el inmueble.
5. "Telegestión y Accesibilidad": Diseño para todos, un diseño accesible para la diversidad humana, la inclusión social y la igualdad. Este enfoque constituye un reto ético y creativo. Donde las personas con discapacidad reducida puedan acceder a estas tecnologías sin temor a un obstáculo del tipo de tecnología o arquitectura.

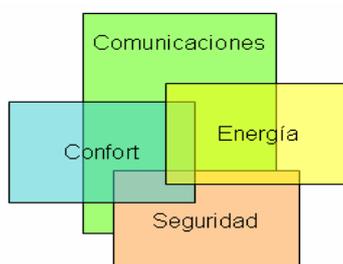


Figura 1.2. Áreas de gestión de la domótica.

1.3 Inmótica.

La Inmótica se refiere a la automatización de edificios terciarios o de servicios (hoteles, oficinas, hospitales, plantas industriales, universidades...), con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad de los mismos. La palabra inmótica surge como la combinación de la voz latina *immobilis*, aquello que está fijo, de donde deriva el término castellano inmueble, y de la ya vista 'automática'. Este concepto se identifica habitualmente también como *building management system*, en referencia a la

coordinación y gestión de las instalaciones con que se encuentran equipadas las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. (Hugo Martín Domínguez 2006)

Esta disciplina permite centralizar, modificar, supervisar, desde una PC, el funcionamiento de los sistemas componentes de la instalación de un inmueble, integrando también la domótica existente.

El desarrollo de la inmótica se ha extendido aceleradamente en todo el mundo, con un amplio campo de aplicación en el sector del turismo. Las instalaciones turísticas a nivel mundial han acogido las ventajas que ofrece la inmótica, a tal nivel que constituye un requisito indispensable para poder competir en este campo en la arena internacional y aumentar su atractivo turístico.

La gama de aplicaciones de la inmótica en los hoteles se concentra principalmente en los aspectos siguientes: monitoreo del sistema por medio de pantallas de visualización, sistemas de climatización, control de accesos y de circuito cerrado de televisión, ahorro de energía, detección de alarmas técnicas y médicas, sistemas contra incendios, configuración e informes, iluminación de las áreas comunes, sistema de riego, medios de pago internos y de monitorización de instalaciones técnicas, entre otras. Todos constituyen una parte de la inmensa cantidad de tecnología que pone la inmótica a disposición de los clientes y del personal técnico administrativo de la entidad, con el objetivo de prestar un servicio eficiente, desde un punto de vista energético y el confort.

Dentro de las principales contribuciones de la inmótica se puede destacar la importancia de los sistemas de protección contra incendios.

Estos poseen básicamente tres etapas: detección, notificación y extinción de incendios. Todo sistema automatizado debe ser capaz de ejecutar las dos primeras.

La detección de un posible incendio se realiza con sensores que detectan humo, pues lo que se busca es evitar que el incendio se lleve a cabo y lo mejor es detectarlo desde los inicios, para evitar fuegos intensos que causen daños irreparables.

Para la notificación ante un posible incendio se utilizan varios métodos de avisos, con el objetivo de dar a conocer el peligro y que se tomen las medidas de seguridad respectivas. Los dispositivos usados son: audibles, táctiles y visibles (Bonilla, García et al. 2009).

De gran importancia se considera también el sistema de iluminación debido a su alto consumo energético. Este puede ser regulado en función del nivel de luminosidad ambiente, evitando su encendido innecesario o adaptándolo a las necesidades del usuario. Su activación se realiza siempre cuando el nivel de luminosidad pasa un determinado umbral, ajustable por parte del usuario. Esto garantiza un nivel de iluminación mínima, que puede ser esencialmente útil para por ejemplo un pasillo o la iluminación exterior.

La iluminación puede ser activada en función de la presencia de personas en la estancia. Se activa la iluminación cuando un sensor detecta presencia. Esto garantiza una buena iluminación para por ejemplo zonas de paso como pasillos. Asegura que luces no se quedan encendidas en habitaciones cuando no hace falta.

Con todas las prestaciones mencionadas anteriormente, se podrán crear edificios inteligentes más atractivos con reducciones en los costos de energía y operación, aumento del confort y la seguridad para los usuarios y solucionar el problema de la ineficacia de los sistemas eléctricos instalados. Además está claro que dotar con automática a una instalación ayuda a hacerlas más sostenibles con el medio ambiente, además de ofrecer una atractiva idea de progreso y modernidad.

1.4 Criterios para la clasificación técnica de sistemas automatizados en edificaciones.

Para poder clasificar técnicamente un sistema de automatización en edificaciones, es necesario tener claros una serie de conceptos técnicos, como son: tipo de estructura, medio de transmisión y protocolo de comunicaciones.

1.4.1 Tipo de estructura.

Según (Javier 2011), la estructura de los sistemas hace referencia a la estructura de su red y la clasificación se realiza sobre la base de donde reside la “inteligencia” del sistema.

Para (Castellanos 2012), en sentido general y desde el punto de vista del control, existen dos formas típicas en que pueden estructurarse los sistemas automatizados, la estructura centralizada y la descentralizada.

Se dice que un sistema es centralizado cuando posee un solo órgano de control que es el encargado de organizar el trabajo del resto del sistema. En estos sistemas, todas las señales de los sensores son llevadas hasta la computadora de donde retornan las señales de mando a los correspondientes actuadores.(Castellanos 2012)

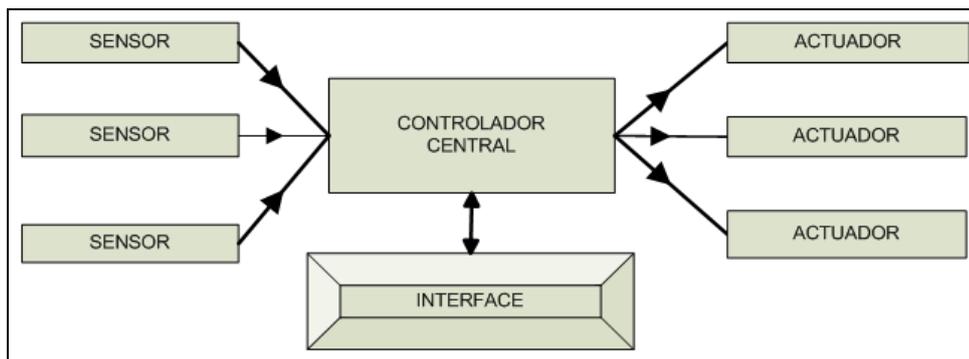


Figura 1.3: Estructura de Sistema Centralizado.

Los sistemas descentralizados son aquellos en los cuales las tareas están repartidas entre los elementos que constituyen o forman parte de su estructura, lo que representa una descentralización de la “inteligencia” y ello por supuesto presupone la presencia de más de una unidad de cálculo. (Castellanos 2012)

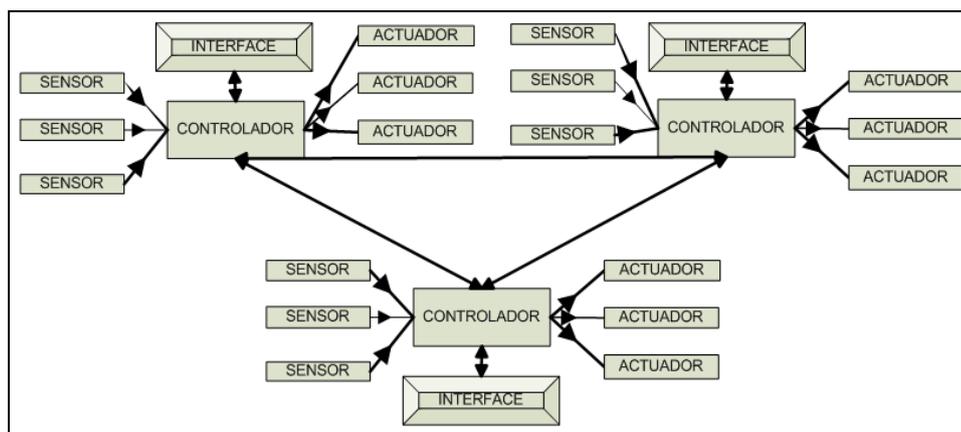


Figura 1.4: Estructura de Sistema Descentralizado.

1.4.2 Medio de Transmisión.

Para (Javier 2011), los principales medios de transmisión de la información, interconexión y control, entre los distintos dispositivos son:

- **Cableado Propio:** La transmisión por un cableado propio es el medio más común para los sistemas de inmótica. Principalmente son del tipo: par apantallado, par trenzado (1 a 4 pares), coaxial o fibra óptica.
- **Cableado Compartido:** Varias soluciones utilizan cables compartidos y/o redes existentes para la transmisión de su información, por ejemplo la red eléctrica (corrientes portadoras), la red telefónica o la red de datos.
- **Inalámbrica:** Muchos sistemas de inmótica utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre los distintos dispositivos, principalmente tecnologías de radiofrecuencia o infrarrojo.

1.4.3 Protocolo de comunicaciones.

Un sistema automático también se caracteriza por el protocolo de comunicaciones que utiliza, que no es otra cosa que el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente. Dentro de los protocolos existentes, se puede realizar una clasificación atendiendo a su estandarización:

- ✓ **Estándar o Abiertos:** Son protocolos definidos entre varias compañías con el fin de unificar criterios.

Son abiertos (*open systems*), cuando no existen patentes sobre el protocolo de manera que cualquier fabricante los puede desarrollar para aplicaciones con un mismo protocolo de comunicación.

En un sistema estándar, si una empresa desaparece o deja de sacar productos al mercado, no afecta demasiado ya que hay otros productos en el mercado que cubren ese hueco.

- ✓ **Protocolos propietarios o cerrados.** Son aquellos que, desarrollados por una empresa, solo son capaces de comunicarse entre sí. Esto protege los derechos del fabricante.

1.5 Criterios para el diseño de sistemas automáticos de hoteles en Cuba.

Cuba es un país subdesarrollado con pocos recursos naturales y que ha estado sometido a un bloqueo económico por más de cinco décadas, desplegado por la mayor potencia económica del mundo. Este es un criterio a tener en cuenta ya que nos ha privado de poder acceder a las novedosas tecnologías de automatización, además de que naturalmente se necesita de una gran inversión que solo algunos países con recursos pueden realizar.

A partir de estas causas resulta muy difícil hablar del hogar inteligente en Cuba. La domótica se ha visto obstaculizada por cuestiones monetarias, no solo en Cuba, sino en muchos países de América Latina y en el mundo. En el caso de la inmótica no se corre la misma suerte y sobre todo en instalaciones hoteleras, aunque su aplicación se ha venido adaptando según las posibilidades y necesidades de las instituciones a cargo.

La automatización de hoteles en Cuba ha seguido una tendencia de diseño en correspondencia a la situación y posibilidades con que cuenta el país, siguiendo una serie de lineamientos que con el trascurso del tiempo ha tenido pocos cambios conceptuales. Con el paso de los años el desarrollo de infraestructuras hoteleras ha ganado en calidad y experiencias con el aumento de zonas turísticas en todo el país, así como de entidades que se han especializado en estos tipos de proyectos, formando parte de la política económica de Cuba, por ser el turismo uno de los principales renglones económicos que aportan divisas. (Guerra 2012)

La corporación GAVIOTA S.A. es responsable del cumplimiento de las normas de diseño establecidas a todos los niveles para la mayoría de los hoteles en Cuba. Por ello es de suma importancia estudiar y conocer cada aspecto de las normativas a seguir en el diseño de la automática de hoteles.

Las normativas de GAVIOTA S.A están enfocadas a regular la proyección de los sistemas tecnológicos que abarcan la especialidad, a partir de las experiencias adquiridas en la explotación y criterios aportados por especialistas de la rama para lograr el mayor confort y ahorro energético posible. De aquí que cada proyecto estará orientado principalmente a la supervisión y control de los sistemas de protección contra incendios, climatización, ventilación, extracción, suministro y tratamiento de agua, iluminación, suministro de energía eléctrica, riego y protección contra intrusos.

Para GAVIOTA S.A la arquitectura del sistema debe estar basada en un control según los siguientes tres niveles de Dirección:

El primer nivel: constituido por los sensores y actuadores que se encargan de enviar toda la información de los equipos tecnológicos y recibir las señales de control de los niveles superiores.

El segundo nivel: se encargará de procesar toda la información del primer nivel y hará el control directo por técnicas de controladores programables *Stand Alone* (Autónomo). Deben tener la posibilidad de comunicarse con controladores de su mismo nivel y con el nivel superior; estos controladores estarán distribuidos por el hotel en función de los requerimientos presentados.

El tercer nivel: nivel de supervisión y control centralizado donde se recibe, mediante un bus de comunicación toda la información de los controladores y de los procesos y equipos que controlan. Desde aquí toda la información es procesada y sintetizada para operar de manera óptima las instalaciones del hotel.

Este sistema consiste en distribuir controladores por toda la edificación, alcanzando supervisar y/o controlar la labor de todos los controladores desde un puesto central y la pérdida de comunicaciones, no debe implicar la caída del sistema.

Para referirse al equipamiento (GAVIOTA.S.A 1999) plantea que los instrumentos, medios de automatización y equipos auxiliares para igual variable y función, serán de una misma marca, modelo, tipo y fabricante.

Otras medidas tomadas en cuenta por (GAVIOTA.S.A 1999) son las referidas a la realización del SCADA "*Supervisory Control And Data Acquisition*" (Control Supervisado y Adquisición de Datos). En este punto se plantea que el sistema deberá contar con una serie de facilidades en cuanto a software, como son:

- Posibilidad de interacción con los diferentes sistemas para ajustes de parámetros como: *set-point* de temperatura, horarios, etc.
- Tratamiento gráfico de la información.
- La programación horaria para el funcionamiento de los equipos tanto diaria como mensual.

-
- Supervisión y control de la demanda eléctrica del hotel.
 - Visualización en pantalla del estado de todos los parámetros del sistema.
 - Recolección y almacenamiento de la información, así como la emisión de reportes gerenciales de gestión energética.
 - Interface hombre máquina totalmente gráfica y con multimedia e integración al sistema de Gestión Hotelera.

Dentro de los requisitos a cumplir por el cuarto de control central para la supervisión, (GAVIOTA.S.A 1999) establece que el sistema de control y supervisión se encuentre en un local climatizado independiente, cuya área sea como mínimo de 9 m² el cual podrá estar ubicado en el bloque tecnológico o en la oficina del jefe de servicios técnicos según convenga. El mismo debe tener una iluminación de 300 luxes como mínimo, dispondrá de iluminación de emergencia y tendrá previsto comunicación telefónica, considerando además la posibilidad de la aplicación de la telegestión o monitoreo remoto.

1.6 Conclusiones del capítulo.

1. En los inmuebles, la automatización se realiza con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad. Esta tendencia ha llegado a su máximo exponente en países con un alto grado de desarrollo. Para su implementación, en la actualidad encontramos novedosas tecnologías que integran la electrónica, las comunicaciones, la informática, entre otras ramas; que al final constituyen la base de la automática.
2. La domótica en Cuba carece de adelanto por cuestiones del subdesarrollo económico. Principalmente se observa un avance en el ámbito de la inmótica orientada al sector hotelero, debido a que el turismo representa un renglón importante para el desarrollo del país.
3. En Cuba las tendencias de la automatización de hoteles son reguladas principalmente por los criterios que establece la corporación GAVIOTA S.A. El estudio y comprensión de los mismos es de suma importancia para establecer el diseño del control automático.

CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA LOS PRINCIPALES SISTEMAS TECNOLÓGICOS DEL HOTEL PASACABALLOS

En el presente capítulo se describen los principales sistemas tecnológicos existentes en hotel. Se incluyen los materiales que forman parte del trabajo desarrollado. Luego se da a conocer una propuesta para el sistema de automática del hotel, aspecto fundamental en el desarrollo de este proyecto.

2.1 Procesos tecnológicos a automatizar en el hotel Pasacaballos

El hotel Pasacaballos, además de sus 188 habitaciones incluye una piscina de agua salada con un ranchón para la recreación, una zona de cocina y restaurante, ente otros locales dentro de los que se encuentran los relacionados con los diferentes procesos tecnológicos, llamando mayor atención el cuarto de equipos para piscina y la sala de maquinas para la producción de agua caliente.

Para una mejor comprensión de la estructura constructiva del hotel, en la figura 2.1 se puede observar la distribución de las diferentes áreas.

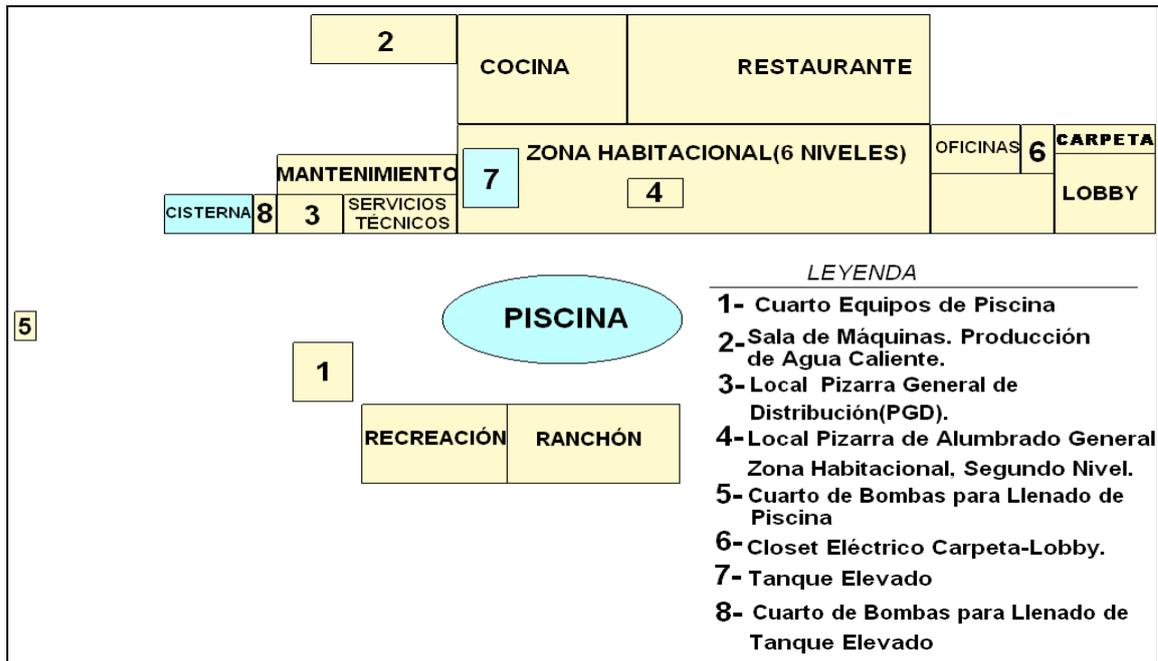


Figura 2.1 Estructura constructiva del hotel Pasacaballos.

Como se explica con anterioridad el hotel presenta problemas en cuanto al alto consumo de energía. La experiencia y la buena reputación que exhibe la Gerencia de Soluciones de COPEXTEL Villa Clara en la realización de proyectos de automatización, hace de esta una buena opción para resolver los inconvenientes en el citado establecimiento.

A través de los diferentes encuentros con el cliente se acuerda operar sobre los siguientes procesos tecnológicos:

1. Producción de agua caliente.
2. Alumbrado de áreas comunes.
3. Dosificación de productos químicos para la piscina.
4. Bombeo de agua para piscina.
5. Nivel de agua en cisterna y tanque elevado.
6. Equipos de extracción y ventilación.

Para la producción de agua caliente en el hotel, existen dos calderas que trabajan de forma autónoma a base de combustible *fuel oil*. Estas calderas cuentan con sus propios sensores para su funcionamiento. Las mismas mantienen una temperatura determinada según se le

indique mediante botones, la cual es mostrada en su propia pantalla. El cliente decidió mantener el funcionamiento actual de este equipo. Se debe mencionar, que se acordó con el cliente la necesidad de habilitar o deshabilitar cada caldera desde el SCADA.

En el área de producción de agua caliente se producen dos problemas fundamentales debido a que las seis bombas de 0,6 kW de este sistema son manejadas de forma manual.

El primero se presenta cuando el personal de mantenimiento, para garantizar la temperatura deseada en el tanque deja las bombas encendidas permanentemente. Esto trae consigo que el sistema no sea eficiente y halla un derroche excesivo de energía eléctrica.

El segundo caso ocurre cuando por el contrario, pretenden ahorrar energía y no se encienden las bombas en el momento adecuado, trayendo consigo que no se alcance la temperatura requerida para el confort del cliente.

Para llegar a un compromiso entre un eficiente consumo de energía eléctrica y un buen funcionamiento del sistema la solución es automatizar el proceso de producción de agua caliente. Se conoce que la temperatura del tanque de almacenamiento debe mantenerse alrededor de 60°C. Para el proceso de automatización también se tiene que prever que ante una variación de la temperatura del agua del tanque de almacenamiento (disminución o aumento) respecto a un valor prefijado, el sistema automático apague o arranque las bombas de los circuitos asociados.

Para garantizar la transferencia de calor entre el circuito primario y el secundario, las bombas de ambos circuitos deberán funcionar simultáneamente (Ver figura 2.1). En el caso de existir baja presión de agua en las tuberías, se emitirá una alarma y se apagarán las bombas asociadas a través de presostatos. El suministro de agua a temperatura ambiente (ATA), se garantiza con el tanque elevado.

La bomba del circuito de recirculación de agua caliente debe mantenerse funcionando siempre y cuando la temperatura del agua de retorno de consumidores sea inferior a 45 °C y se apagará cuando la temperatura alcance los 50 °C.

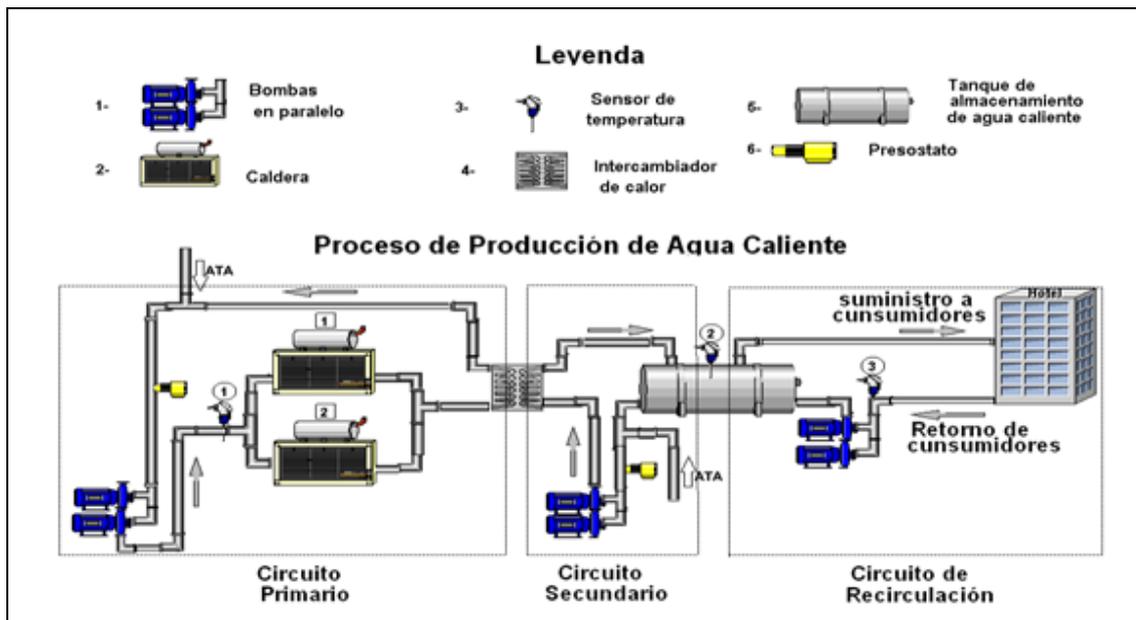


Figura 2.2. Proceso de Producción de Agua Caliente.

Para el alumbrado del hotel, se debe realizar el encendido y apagado de las luces por programación horaria de los circuitos de alumbrado exterior en áreas comunes, alumbrado de los pasillos y alumbrado de piscina.

El sistema de control por tiempo permite apagar las luces según un horario establecido para evitar que las mismas estén encendidas más tiempo del necesario. Según (Lapeña 2003), con la adopción de sencillas medidas de control como esta, se pueden llegar a obtener ahorros energéticos del orden del 10% del consumo eléctrico en iluminación, con una inversión moderadamente reducida.

Se quiere mantener el agua de la piscina del hotel limpia y en condiciones higiénicas óptimas, por lo que la dosificación correcta de los productos químicos es fundamental. Para lograr este objetivo el cliente pretende automatizar el proceso de medición y dosificación de cloro y pH en la piscina, el cual actualmente se realiza de forma manual.

La dosificación automática ofrece varias ventajas:

- Es más exacta y económica que la manual.
- Asegura que se dosifica en todo momento, ya que no importa que haya usuarios en el agua.

- Es más cómodo y ahorra tiempo de trabajo.

El sistema de dosificación automática suele constar de sensores que envían una señal al controlador y este da la orden de dosificar a las bombas dosificadoras cuando hace falta aporte de cloro para aumentar la desinfección o incluir otro producto químico para mantener el pH adecuado.

Se considera 7,2 el pH ideal para el agua de piscinas. Debido a la utilización de productos clorados que producen una subida del pH del agua, lo más habitual es tener que dosificar para bajarlo. Para ello se suele utilizar un producto ácido que actuará como corrector. El más utilizado es el ácido clorhídrico, que baja rápidamente el valor de pH y que habitualmente se sirve en forma líquida. Si por el contrario el pH baja de 7 y se quiere aumentar, se utiliza un producto básico para conseguir el valor óptimo necesario en el agua de piscina. Los más utilizados son el carbonato y el bicarbonato sódico. (Venteo 2006)

Antes de comenzar el proyecto de automatización, el hotel ya había realizado una inversión en un nuevo equipamiento para la medición y dosificación de cloro y pH, el cual se encuentra en espera de su llegada a nuestro país. Previamente, los encargados de la selección de ese nuevo equipamiento realizaron una consulta con los responsables de este proyecto de automatización para asegurar la existencia de compatibilidad entre el Controlador Lógico Programable (PLC) que realizaría el control con señales de 4 a 20 mA y el equipamiento que se escogería.

Por las razones antes mencionadas, los inversionistas del hotel aseguraron que dentro del nuevo equipamiento estarán incluidos sensores de pH y cloro con salida 4 a 20 mA y bombas dosificadoras del modelo Exactus CC-M pertenecientes a la compañía ASTRALPOOL. Esta bomba dosificadora según (ASTRALPOOL 2001), cuentan con regulación proporcional y puede ir conectada a un transmisor/indicador o a otro dispositivo, el cual da una señal de 4 a 20 mA. La dosificación de la bomba es proporcional a la señal recibida: a mayor señal, mayor flujo de la bomba. También puede adaptarse a la operación inversa: a mayor señal, menor flujo y permite trabajar en distintos modos de funcionamiento, entre ellos el manual.

Para el llenado de la piscina se cuenta con una bomba sumergible GRUNDFOS modelo MESBRESTE30 de 19kW de potencia, la cual está situada en un pozo de agua salada, a

unos 250 metros del hotel, donde existe un cuarto de bombas. Para mantener un nivel adecuado de agua salada en la piscina se debe manipular el arranque/parada de esta bomba sumergible, el cual actualmente se realiza de forma manual.

El momento de arranque/parada de esta bomba se define a partir de que esta debe entrar en funcionamiento cuando el nivel de la piscina este por debajo del nivel mínimo establecido por el cliente y debe detenerse cuando la piscina este llena completamente. Para ello será necesario instalar un sensor de nivel en el tanque de compensación de la piscina.

Para el correcto funcionamiento del sistema tecnológico de la piscina se deben entonces supervisar y controlar los puntos siguientes:

- ✓ Cloro residual.
- ✓ pH.
- ✓ Nivel.

Otro elemento que se debe controlar en el hotel es el nivel de agua potable en el tanque elevado. Esto se logra a través de la instalación un sensor de nivel, el cual se tomará como referencia para el encendido/apagado de las bombas de llenado del mismo. Desde la cisterna el agua llega al tanque elevado con la ayuda de dos bombas VIPON del modelo 12E50BM 15kW. La cisterna tiene una profundidad de 2 metros y es llenada con agua proveniente de Acueducto Municipal.

Para los equipos de extracción y ventilación ubicados en el restaurante y la cocina, se debe realizar el encendido y apagado por programación horaria según el tiempo de trabajo de los locales donde se encuentran ubicados, garantizando el ahorro de energía eléctrica, ya que permanecerán encendidos solo el tiempo necesario.

Las unidades de extracción y ventilación que se deben supervisar y controlar su arranque/parada son:

- ✓ Extractor 1 y 2 de restaurante. (1.5kW cada uno)
- ✓ Ventilador de cocina.(1.9kW)
- ✓ Extractor 1 y 2 de cocina.(1.5kW cada uno)

Después de especificarse el listado de puntos de control de todos los procesos del hotel, según la relación de señales (Ver Anexo I), se enumeró un total de 106 señales para la automática.

2.2 Selección del equipamiento para la implantación del sistema automatizado.

El equipamiento necesario para la implantación de un sistema automatizado se selecciona respondiendo a criterios técnicos y económicos. El conjunto de técnicas más adecuada para una operación íntegra y duradera, es aquella que sea capaz de cumplir con las expectativas y cuente con el soporte de mantenimiento y repuestos para la continuación de la explotación. La economía cubana presenta condiciones desfavorables debido a que los suministros están condicionados a restricciones de presupuesto y de mercado. Bajo estas circunstancias se debe tener gran cuidado cuando llega el momento de seleccionar los proveedores más confiables, que respondan a la continuidad del funcionamiento de cada equipo.

En una entrevista realizada a varios ingenieros con gran experiencia en proyectos de la empresa COPEXTEL, se da a conocer que los proyectos de automática para hoteles en Cuba son realizados mayormente por la empresa CEDAI, la cual comercializa principalmente en el área de los controladores el PLC S7-200 de la compañía SIEMENS.

En la propia entrevista se asegura que en el año 2006 COPEXTEL División Villa Clara ganó su primera licitación en el área de automática para hoteles. En el hotel Estrella1 ubicado en los cayos al norte de la provincia Villa Clara fue donde se presentó la oferta ganadora, la cual se elabora con el PLC MASTER-K120S de *LS Industrial Systems*. Después del año 2006 COPEXTEL División Villa Clara ha seguido ganando las licitaciones de automática en el cayo Santa María con la misma tecnología de la marca LG. Estas dos tecnologías en el área de controladores para sistemas automáticos en hoteles se han difundido en nuestro país por las empresas antes mencionadas, contando con gran aprobación por parte de los clientes.

En esta entrevista también se menciona que la compañía SIEMENS produce tecnología de primer nivel y de elevada calidad. Esta firma alemana en las últimas décadas se ha

presentado en el mercado internacional como un proveedor eficaz y de excelente prestigio. La compañía *LS Industrial Systems*, también se ha presentado con productos de excelencia, aunque su dominio no se ha difundido con igual fuerza que la gigante corporación SIEMENS.

Los PLC S7-200 de SIEMENS y los PLC MASTER-K120S de *LS Industrial Systems* cuentan con una gran cantidad de años de trabajo en la industria y otras aplicaciones como instalaciones hoteleras con excelentes resultados, haciendo de los mismos buenos candidatos para distintos proyectos de automatización.

Para aumentar el conocimiento sobre estos controladores, en la tabla 2.1 se exponen de manera concreta las principales características mostradas en (Systems 2003).

Tabla 2.1. Comparación entre los PLC LS MK-120S y SIEMENS S7-200.

CARACTERÍSTICAS	MK 120S	SIEMENS S7-200
I/O Incorporadas	10/14/20/30/40/60	10/14/24/40
Máx. cantidad de pts. de I/O	120	120
Programa (capacidad)	10 k Pasos	4 a 8 k Pasos
Back-up de programa	EEPROM	EEPROM
Back-up de datos	EEPROM+S Cap	S Cap+Opc de Bat
Tamaño unidad principal	145x115x73 para 30Ptos	120,5x80x62
Tamaño módulos de expansión	95x115x73	90x80x62
Reloj de tiempo real	Opción	Incorporado
PID	Incorporado	Incorporado
Comunicación	RS232+RS-485	RS-232+2xRS-485
Precio (según el modelo)	154 a 321 CUC	540 a 970 CUC

La tabla mostrada anteriormente revela la semejanza que ambas series de PLC tienen en cuanto a prestaciones, por lo que queda claro que por cuestiones operacionales, la selección carece de favoritismo.

Para criterios de elección se pueden mencionar varios elementos contradictorios para la tecnología SIEMENS: Este fabricante presenta elevados precios de venta y no se cuenta con equipamientos de automática en establecimientos cubanos. La compra de estos productos es limitada al realizarse por terceros países, lo que provoca un alza en sus precios al existir un intermediario. Para Cuba es muy difícil importar esta tecnología, además de que se retrasan mucho para llegar a puertos cubanos. Todo esto hace que los precios de adquisición sean excesivos para la economía cubana.

Por los planteamientos anteriores, se eliminó la posibilidad de la compra de equipamiento con tecnología SIEMENS. El tiempo de ejecución del proyecto se prolongaría, además de las limitaciones económicas existentes.

Desde el año 2000 los PLC Master K120S de LS Sistemas Industriales son distribuidos por la empresa COPEXTEL en Cuba. Estos dispositivos son instalados principalmente en sistemas industriales y grupos hoteleros. Esta empresa cubana realiza las compras directamente en fábrica y con facilidades preferenciales por pertenecer al grupo de distribuidores certificados en *LS Industrial Systems*. Estos autómatas presentan una excelente relación precio/prestaciones, además la firma LS garantiza de forma gratuita el soporte técnico y software para todo su equipamiento; eximiendo a los clientes del pago de licencias. Estos PLC han mostrado excelentes resultados en múltiples aplicaciones en Cuba, en ambientes agresivos con elevada humedad y en condiciones de trabajo arduas.

Otra de las ventajas es la presencia en la empresa COPEXTEL de un personal competente, entrenado y con una experiencia extensa en el trabajo y programación de estos autómatas.

Por las razones antes mencionadas el PLC Master K120S significaría una correcta elección para el proyecto de automatización del hotel Pasacaballos.

En la siguiente tabla se muestran los modelos básicos del PLC Master K120S con el objetivo de hacer una selección adecuada según la cantidad de entradas/salidas digitales necesarias.

Tabla 2.2 Modelos básicos de PLC Master K120S.

Modelo	Entradas digitales	Salidas digitales	Canal de Comunicación
K7M-DR20U	12	8	RS232+RS485
K7M-DR30U	18	12	RS232+RS485
K7M-DR40U	24	16	RS232+RS485
K7M-DR60U	36	24	RS232+RS485

La búsqueda de los medios técnicos más adecuados para la aplicación del diseño del proyecto se determina a partir de que el equipamiento a seleccionar cumpla con las normas de calidad y requerimientos técnicos para su funcionamiento, además de que estos cuenten con facilidad de adquisición al seleccionar proveedores confiables y tengan precios razonables.

A partir de la experiencia en varios proyectos similares elaborados anteriormente por los ingenieros que supervisan este trabajo, la selección de este equipamiento se orienta en comprar los productos a proveedores ya conocidos, que presentan tecnología de probada calidad en obras ya realizadas. Además, que para la compra del equipamiento requerido se tiene como mediador a la entidad avalada a nivel nacional DAISA (División de Automatización Industrial), encargada de realizar la compra directamente con los proveedores extranjeros. Esta entidad asegura los repuestos para el equipamiento seleccionado.

El equipamiento que se propone está compuesto por:

Dos presostatos marca SUCO modelo 0161 con campo de regulación 0,5-5 bar, ocho contactores magnéticos de 12A, 220 V modelo CWM12.11. Se destaca también la

necesidad de adquirir dos sensores de temperatura del tipo STC-300. Su rango de trabajo según (T.A.C 2004) es de 0 a 100°C y con señal de salida de 4-20 mA. También se debe obtener una termorresistencia TR10-B para montaje en termopozo, marca WIKA. Este instrumento está equipado con una PT-100 y un transmisor de temperatura WIKA del modelo T19, configurado según especificación del cliente. Estos transmisores de temperatura convierten la variación de la resistencia en función de la temperatura en una señal eléctrica de 4 a 20 mA. Además están dotados con rangos configurables y previstos para la aplicación con termorresistencias. Con la colocación de puentes de soldadura puede seleccionarse de manera sencilla su rango de medición. La termorresistencia TR10-B se utilizara para medir la temperatura del tanque de almacenamiento de agua caliente y para su instalación será necesario un termopozo WIKA modelo TW45-F, el cual se introduce en el tanque mediante una conexión con rosca 1/2". Se deben suministrar también cinco convertidores ETHERNET/RS-485/232 del tipo E-P132X. Además se requiere comprar tres transmisores de nivel sumergido del tipo TN-217, producido y distribuido por *Desin Instruments*. Estos sensores según (Instruments 2011) tienen un rango de profundidad de 0 a 4 m, óptimo para su utilización en la cisterna, piscina y tanque elevado del hotel. También se necesita una licencia de Movicon X2, plataforma sobre la cual estará realizado el SCADA (Control Supervisado y Adquisición de Datos). Todo el equipamiento, incluyendo transformadores, cableado, elementos para la elaboración de los paneles de control, entre otros se exponen con claridad en el anexo XIII.

2.3 Propuesta para el sistema de automatización.

El sistema de automatización para el hotel se basa en distribuir una red de controladores en la instalación, pudiéndose supervisar y/o controlar el trabajo de todos los controladores desde un punto central, o sea supervisión centralizada.

Los PLC estarán distribuidos según los sistemas a controlar, tomando como consideración las distancias del cableado a utilizar y los impedimentos que trae consigo la antigua arquitectura constructiva del hotel, la cual no fue diseñada para insertar la automática. Bajo estas circunstancias se aprovechará la red Ethernet ya instalada para la gestión hotelera y se ubicarán seis paneles de control con sus respectivos PLC's según las siguientes áreas del hotel.

Tabla 2.4 Área de ubicación de los Paneles de control.

Panel de control	Área
1	Cuarto Equipos de Piscina.
2	Sala de Máquinas. Producción de Agua Caliente.
3	Local Pizarra General de Distribución Principal (PGD).
4	Local Pizarra de Alumbrado General. Zona Habitacional, Segundo Nivel.
5	Cuarto de Bombas para Llenado de Piscina.
6	Closet Eléctrico Carpeta-Lobby.

Teniendo en cuenta el total de señales digitales que se manipularán en las distintas áreas del hotel, se realiza la selección del modelo de autómatas más adecuado a incluir según el área (Ver Anexo I). Este equipamiento se compone por un PLC DR60U, dos PLC DR30U y tres PLC DR20U, contando en general con seis autómatas a instalar. Otros componentes indispensables son los módulos de expansión de entradas y salidas analógicas. Teniendo en cuenta las necesidades por áreas se deben comprar tres módulos del tipo G7F-AD2A que cuentan con cuatro entradas analógicas cada uno y un módulo modelo G7F-DA2I que presenta cuatro salidas analógicas.

La propuesta para el sistema se elaboró con la idea de establecer un puesto de control central (PC) enlazado con los autómatas. Aquí se realiza la supervisión y accionamiento (arranque y parada) de los diferentes sistemas tecnológicos y equipos. La pérdida de comunicaciones, entre los PLC y PC no debe significar la caída del sistema ya que los controladores deben trabajar de forma autónoma.

Es importante mencionar que el PLC del Cuarto de Bombas para Llenado de Piscina (PLC-5) es el encargado del arranque/parada de la bomba de este local, necesitando para esta tarea conocer el valor del nivel de la piscina. El PLC del Cuarto de Equipos de Piscina (PLC-1) con la ayuda de un sensor de nivel debe obtener el dato de nivel de piscina,

procesarlo y enviar la orden para el encendido o apagado de la bomba en el momento adecuado al PLC-5. Por lo que debe existir un enlace entre estos dos PLC.

Inicialmente se pensó en una conexión inalámbrica, dado a que existían tres calles pavimentadas entre el hotel y el Cuarto de Bombas para Llenado de Piscina, y para lograr un enlace por cable sería necesario romper el pavimento. El hotel se encontraba en el proceso de autorización de viabilidad y tránsito para realizar una canalización a través de las calles, la cual recientemente fue concedida. Por esta razón se reconsidera la oferta y se decide realizar el enlace a través de un cable apantallado de dos vías, ya que presenta costos menores que el sistema inalámbrico.

La comunicación PC-PLC será por Ethernet y estará soportada sobre la red de datos del sistema de gestión hotelera. Para lograr el enlace se utilizarán convertidores Ethernet-RS232/RS485 modelo EP132X. El conversor Ethernet-Serie utilizado en ambientes industriales está diseñado para lograr la comunicación entre dispositivos conectados a canales RS-232, RS-485 o RS422 y red de datos ETHERNET a través de cable UTP. Este equipo permite la supervisión y el control sobre los autómatas a través de la red de datos en una ubicación distanciada del centro de control a través del SCADA.

Para lograr la comunicación del SCADA con los PLC, se usa de puente un software OPC, LSOPC Server, y este se comunica con los PLC, utilizando el protocolo dedicado de LS. El SCADA se comunica con el software OPC y este se encarga de escribir y leer los datos que transitan en ambos sentidos de la comunicación con los PLC.

La propuesta para el sistema de automatización del hotel se ilustra en la Figura 2.2 que aparece a continuación:

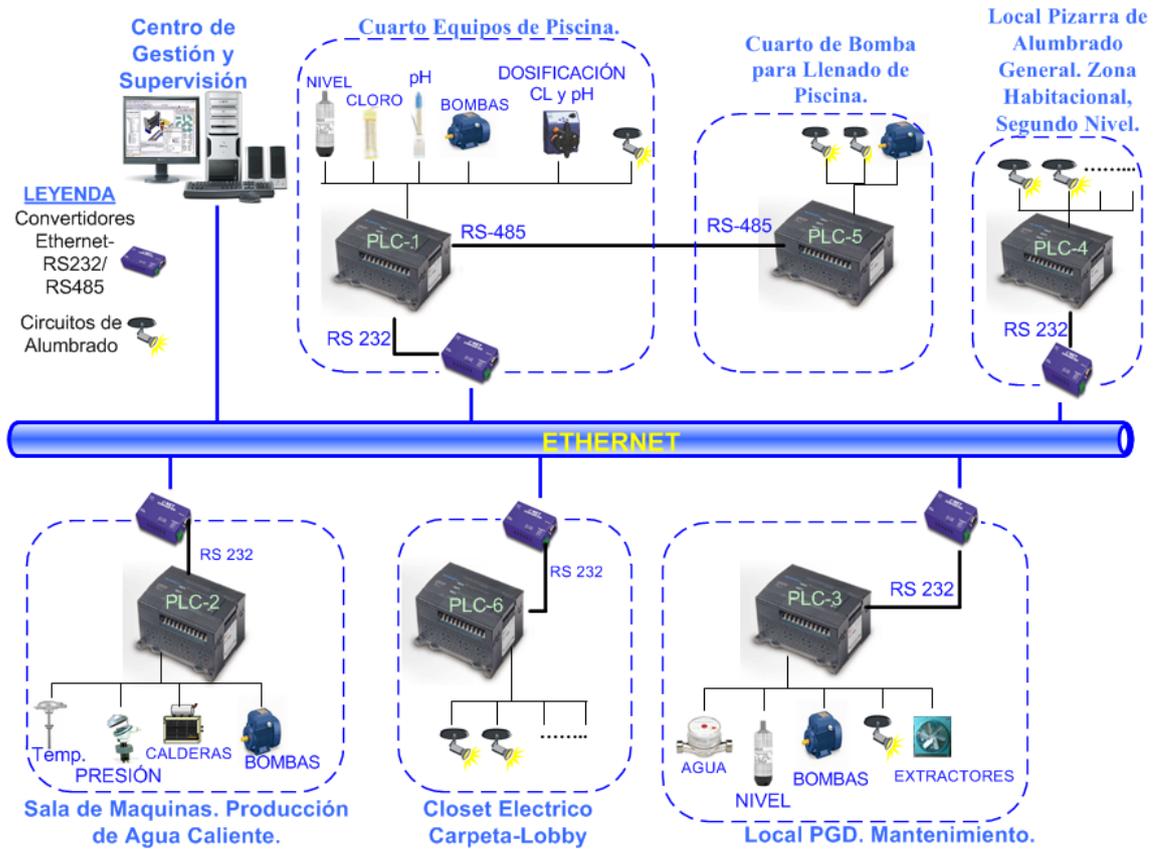


Figura 2.2 Propuesta para el sistema de automatización del hotel Pasacaballos.

En el diseño, el total de señales de entrada/salida a los PLC es de 106 señales, de ellas 11 son analógicas (8 de entrada y 3 de salida) y 95 digitales (48 de entrada y 47 de salida). (Ver Anexo I)

2.4 Conclusiones del capítulo.

1. La información obtenida sobre los distintos sistemas tecnológicos del hotel representa una gran ayuda para realizar el correcto diseño del sistema automatizado.
2. La selección del equipamiento garantiza un desempeño continuo para los procesos del hotel ya que se orientó en comprar los productos a proveedores conocidos, de probada calidad en proyectos ya realizados, además de contar con repuestos para los mismos en caso de averías.
3. La propuesta de automatización asegura una disminución considerable de los costos por equipamiento con la compra de los PLC MSTER-K120S, además de responder al funcionamiento los distintos procesos aun cuando se pierde la comunicación con el puesto de control central, ya que los controladores deben trabajar de forma autónoma.

CAPÍTULO 3. CONTROL DE ALUMBRADO Y ESQUEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA.

En este capítulo se elabora parte de documentación necesaria para la realización del proyecto de automatización del hotel Pasacaballos. Con este fin se confeccionan los esquemas de conexión eléctricos para los paneles de control. También se realiza una descripción detallada referente a la concepción de un programa para PLC, que tiene como objetivo el control del alumbrado de las áreas exteriores del hotel.

3.1 Programa para el control de alumbrado por programación horaria.

En la actualidad, los programas de los autómatas son elaborados en aplicaciones especiales en un ordenador y luego son descargados directamente mediante un cable o una red.

Para la programación de los PLC Master K120S se utiliza el software KGL WIN, brindado de manera gratuita por el fabricante. Esta aplicación nos permite realizar la programación a través de listas de instrucciones y con el Lenguaje de Diagramas de contactos (*Ladder*), siendo este último el que usaremos en nuestro proyecto gracias a las comodidades visuales de comprensión que presenta para los ingenieros de la rama de la eléctrica. El software KGL WIN permite realizar la conversión de un lenguaje a otro sin ninguna dificultad.

El programa de control de alumbrado por tiempo que se propone a continuación, permite apagar las luces según un horario establecido para evitar que las mismas estén encendidas más tiempo del necesario.

Dado el alto consumo de energía eléctrica que presenta el hotel se toman medidas de control como esta, ya que se puede llegar a obtener ahorros energéticos del orden del 10% del consumo eléctrico en iluminación con una inversión moderadamente reducida, como se comenta en el capítulo anterior.

Para la elaboración del programa se tuvieron en cuenta los siguientes requerimientos establecidos para el sistema según el contrato realizado con el cliente.

- ✓ Transferencia de Fecha y hora del SCADA al PLC.
- ✓ Transferencia de Fecha y hora del PLC al SCADA.

- ✓ Cada unidad debe tener dos modos de trabajo, Local y Remoto.
- ✓ En modo de trabajo Local, el sistema trabaja mediante cronograma.
- ✓ Contador de tiempo de trabajo para todos los dispositivos.

La fecha y hora del PLC se transfiere al SCADA para poder examinar si la fecha y hora de los PLC's son correctas. Por otro lado, la transferencia de la fecha y la hora del SCADA al PLC se efectúa ya que en el PLC puede fallar el Reloj de Tiempo Real (RTC), por la falta de fluido o por fallo de su batería interna; además se asegura que el PLC posea la hora actual del lugar donde se va a instalar. Cada dispositivo debe tener dos modos de trabajo, Local/Remoto. Modo Local para trabajar por el cronograma y Modo Remoto para su manipulación desde el SCADA. El tiempo de trabajo de cada dispositivo se mide con el objetivo de que el operario conozca si debe dar mantenimiento a un determinado dispositivo.

3.1.1 Instrucciones utilizadas para la elaboración del programa

Para la elaboración del programa se utilizaron las instrucciones que aparecen en la tabla 3.1 que se muestran a continuación:

Tabla 3.1. Principales instrucciones utilizadas en el programa.

Instrucciones	Descripción
MUL	Para efectuar operación de multiplicación
DIV	Para efectuar operación de división
ADD	Para efectuar operación de suma
INC	Incrementa
BIN	Para convertir un número a binario
BCD	Para convertir un número a BCD
MOV	Mueve un <i>Word</i> de una localidad a otra

Instrucciones	Descripción
CMP	Para establecer comparación
D	Al conectar una variable cuenta un <i>scan</i> y activa otra variable indicada
WAND	Para realizar un AND entre dos <i>word</i>
DWAND	Para realizar un AND entre variables de doble <i>word</i>
WOR	Para realizar un OR entre dos <i>Word</i>
DECO	Instrucción para decodificar
DCMP	Para establecer comparación entre variable de doble <i>word</i>
GMOV	Mueve un grupo de <i>word</i> de un grupo de localidades a otras
FMOV	Realiza transferencias de un <i>word</i> para varias localidades

3.1.2 Descripción de las partes esenciales del programa

El programa está realizado para atender veinte circuitos de alumbrado, pudiéndose modificar para una mayor cantidad de dispositivos. El programa está compuesto por una parte principal desde donde se llama a la subrutina de cada dispositivo que a su vez necesitan de otras subrutinas adicionales para realizar las operaciones necesarias.

En el programa principal se habilitan la cantidad de alumbrados reales que atiende el PLC, se limpian las direcciones donde se guardará el cronograma de trabajo de cada dispositivo y a través de un contador, cada 1 min se produce un pulso que se utiliza para incrementar los contadores de tiempo de trabajo de los dispositivos que estén funcionando (Ver anexo II). También se convierten los datos de fecha y hora del PLC en binario para ser usados por el SCADA y se transfieren los datos de fecha y hora del SCADA al PLC para actualizar el RTC.

El bloque del programa que permite la transferencia de la fecha y la hora del PLC al SCADA, toma los valores del Reloj de Tiempo Real del PLC y los convierte a binario.

Estos valores son almacenados en otras zonas de memoria del PLC para ser usados por el SCADA.

Zonas de memoria del PLC donde se almacenan los valores del Reloj de Tiempo Real en BCD:

F053 Año y Mes.

F054 Día del mes y Hora.

F055 Minuto y segundo.

F056 Día de la semana.

Zona de memoria donde el SCADA toma los valores en binario:

D4006 Año.

D4007 Mes.

D4008 Día del mes.

D4009 Día de la semana.

D4010 Hora.

D4011 Minuto.

En el anexo III se muestra el programa elaborado en lenguaje de contactos.

Para lograr la transferencia de la fecha y la hora del SCADA al PLC, los valores de tiempo del SCADA se guardan en las zonas de memoria D4000, D4001, D4002, D4003, D4004, D4005. Estos valores serán convertidos en BCD y transferidos a otras zonas de memoria para realizar las operaciones necesarias. Los datos que se almacenan en esta zona de memoria son de 8 bit y se encuentran en la parte menos significativa de cada una de ellas. Algunas de estas direcciones se moverán a la parte más significativa para así formar un número de 16 bit, para ello utilizamos la instrucción WOR. Este número de 16 bit será movido a otras zonas de memoria del PLC como; D4992, D4993, D4994, D4995. Estas zonas de memoria son las únicas que permiten actualizar directamente el RTC. La actualización de fecha y hora se ordena desde el SCADA a través M1000 (M1000=1) que activa el bit D1904. El bit D1904 activa un comando de transferencia que es intrínseco del

Master-K120s, este hace efectiva la transferencia de la fecha y la hora del SCADA al Reloj de Tiempo Real del PLC.

Zonas de memoria donde se almacena la fecha y la hora del SCADA.

D4000 Año.

D4001 Mes.

D4002 Día del mes.

D4003 Día de la semana.

D4004 Hora.

D4005 Minuto.

Zona de memoria intrínseca del PLC donde se almacenan los valores del reloj de Tiempo Real que pueden ser modificados.

D4992 Año y mes.

D4993 Día del mes y Hora.

D4994 Minuto y segundo.

D4995 Día de la semana.

Se puede observar en el anexo IV el programa elaborado en lenguaje de contactos.

En las subrutinas que representan a cada dispositivo de forma independiente, se desarrolló el modo de control remoto y el modo de control local. Estas opciones nos dan la posibilidad de que el PLC, en modo remoto trabaje según el SCADA y en modo local de acuerdo a su programación por cronograma. En el anexo V se presenta esta parte del programa.

Es importante mencionar que el diseño del cronograma solo permite que el dispositivo se habilite o deshabilite cada quince minutos. Por tanto, el dispositivo podrá estar como mínimo un cuarto de hora encendido o apagado según el programa.

Cada dispositivo también presenta un código que se encarga de atender el encendido y apagado de los mismos. Se utiliza un temporizador con tiempo de 5 segundos de espera por el estado del dispositivo. Si existe una falla de conexión y no se devuelve la señal antes del tiempo establecido cuando se debe realizar el encendido, entonces el dispositivo pasará

a remoto y *off* y se indicará una alarma en el SCADA por la existencia de anomalía. En el anexo VI se muestra el programa realizado para esta operación.

Una parte del programa de cada dispositivo calcula el tiempo de trabajo de este, a través de la subrutina 41. (Ver anexo VII)

La subrutina 41 realiza el incremento de los punteros de los contadores de minutos y horas de trabajo para todos los dispositivos. (Ver anexo VIII)

Si se desea limpiar la cantidad de tiempo de trabajo del dispositivo, se debe ordenar desde el SCADA. (Ver anexo IX)

La subrutina 40 que se muestra en el anexo X es la de mayor grado de dificultad del programa. Se desarrolló para el trabajo por cronograma y es la encargada de analizar en qué cuarto de hora va a estar encendido o apagado cada dispositivo. En esta se toma el valor de la hora actual del reloj de tiempo real que se encuentra en D4010 y se multiplicada por 60 para tener el equivalente de horas en minutos. Este equivalente es almacenado en D1201 para después sumarle los minutos actuales que se encuentran en D4011. El resultado de la suma, que representa el total de minutos actuales, es almacenado en D1202 para dividirse entre 15, obteniéndose exactamente el cuarto de hora en que se encuentra actualmente el PLC. Este valor es guardado en D1203.

A través de la instrucción *GMOV*, con la que movemos el grupo de direcciones a la que apunta #D1300, es decir hacia las zonas de memoria D1350 a D1355, al final de la instrucción hay que especificar el número de *Word* que será movidos, en este caso serán seis.

Seguidamente utilizamos la instrucción *DECO*, esta es una instrucción decodificadora, muy necesaria para nuestro programa. A esta se le introducen tres parámetros, el primero es D1203 que indica el cuarto de hora actual, este es el llamado parámetro de entrada, el segundo parámetro D1356 es la dirección que indica a partir de donde se va a guardar este valor decodificado y por último el parámetro que indica la cantidad de palabras que va a tener y al que no va a exceder este valor decodificado, en este caso será 00007 que indica que no excederá de los 128 bit, para el análisis solo son necesarios 96 bit. Los días en el cronograma constan de seis *Word*, cada *Word* tiene 16 bit por lo que un día equivale a 96 bit. Esto representa los 96 cuartos de hora que tiene cada día.

Finalmente se realizan tres operaciones DWAND para analizar en qué parte del día se efectuará el encendido o apagado de los dispositivos. La primera operación se realiza entre D1350 que es la zona de memoria común donde se analizan los valores del cronograma para todos los dispositivos y D1356, que es a partir de donde se encuentra el valor decodificado, el resultado será guardado en la zona de memoria D1370, luego será comparado con 000000 y si es mayor se pone a 1 M0047 que indica encender dispositivo por el cronograma de trabajo.

3.1.3 Mapa de memoria del PLC

Para poder realizar una mejor comprensión del programa, en el anexo XI se presenta el mapa de memoria del PLC. El cual fue elaborado cuidadosamente y teniendo en cuenta solo 20 dispositivos a controlar, pudiéndose ampliar este número.

3.2 Confección de los esquemas de conexión eléctrica para los paneles de control

Los esquemas eléctricos que conforman los paneles de control se realizan con la ayuda del software Visio, herramienta de gran ayuda que presenta el paquete de software *Microsoft Office*.

La fabricación de los esquemas eléctricos para los elementos que conforman las pizarras de control constituye un archivo técnico necesario para la aplicación del proyecto. Dentro de ellos se detalla el equipamiento de cada panel a partir de la cantidad de señales a supervisar y controlar en el caso de los PLC, además de representar los Medios Técnicos que permiten la alimentación y comunicación de cada panel. La virtud de esta descripción es la representación bien referenciada de cada contacto por elemento.

Además del PLC, dentro de los principales elementos de los paneles también se encuentran los convertidores ETHERNET-Serie EP132X, encargado de establecer la comunicación entre los PLC y la red de datos del hotel como se expone en el capítulo anterior. Estos dispositivos necesitan para su alimentación un transformador de 9 Volts de corriente directa.

Los relés se utilizan como protectores a las salidas digitales de los PLC, ante posibles cortocircuitos o agotamiento mecánico del relé interno del autómatas. La cantidad de estos

dispositivos dependen de la cantidad de salidas a utilizar. Las borneras son otro accesorio integrado en las pizarras de control, las cuales permiten una conexión organizada según la naturaleza del cableado que llega o sale de cada panel.

Todos los elementos se adhieren al panel a través de láminas de perfil DIN.

Los dispositivos en el diseño se simbolizan de una forma muy parecida a su aspecto en la realidad, detallando cada punto de conexión de entrada o salida.

En el Anexo XII se muestran los esquemas de conexión eléctricos según cada panel de control.

3.3 Análisis económico

Para la realización de un proyecto es muy importante tener en cuenta como punto muy fundamental, la valoración económica del mismo. En este análisis se tendrán en cuenta los gastos de la inversión inicial del proyecto, en el que se incluye el valor de todo el equipamiento necesario para el desarrollo del mismo así como la mano de obra de instalación e ingeniería, todo como parte del costo inicial de esta inversión.

Para el cálculo del costo acumulado se tiene en cuenta el costo real del mantenimiento y reparación a un sistema de este tipo según experiencia de otros proyectos de similar magnitud ya instalados por el departamento de Soluciones de COPEXTEL VC.

Para la realización de un estimado de los beneficios tangibles que se obtendrán con la implementación de este proyecto se tuvo en cuenta los tiempos de trabajo que actualmente tienen la mayoría del equipamiento del área tecnológica del hotel, dado que con la instalación de este sistema automatizado cada dispositivo trabajará de forma eficiente, garantizándose un considerable ahorro de energía eléctrica, todo esto sin tener en cuenta una serie de ventajas y beneficios que trae consigo el sistema tales como el conocimiento en tiempo real del estado técnico de todos los procesos tecnológicos, tiempo de trabajo de cada dispositivo, permitiendo programar mantenimientos preventivos, encontrar mejoras de eficiencia al darle seguimiento histórico a todos los procesos que se controlarán, entre otras muchas ventajas que no se tuvieron en cuenta en este análisis económico, pero que son tan importantes como los valores numéricos obtenidos.

Para esta demostración solo se tuvieron en cuenta los siguientes dispositivos:

Extractores de Cocina y Restaurante (4 extractores con una potencia de 1,5kW cada uno.)

Bomba de llenado de piscina con una potencia de 19kW.

Alumbrado de pasillos (6 pisos con 20 lámparas de 40watt cada una)

Bomba de llenado de tanque elevado de 15kW.

Bombas de recirculación de piscina (dos de 4,9kW cada una.)

Para todos estos dispositivos se tuvieron en cuenta tiempos promedios estimados de funcionamientos innecesarios, a partir de la experiencia del personal de mantenimiento del hotel, el cual fue entrevistado para el desarrollo de este trabajo.

El resultado de estas investigaciones arrojó como resultado que por ejemplo, el grupo de extractores de cocina permanece 24 horas encendido, cuando en el horario de 10 de la noche a las 6 de la mañana permanecían encendidos innecesariamente pues la cocina no daba servicio en ese horario.

Se estimó un tiempo de 8 horas diarias de trabajo innecesario para 4 extractores de 1,5kw en 365 días del año con un costo de 0,275 cuc/kW promedio, para un gasto innecesario de 4818 cuc anual.

De esta misma manera se realizaron estimados para los demás dispositivos. Por ejemplo para el caso de la bomba de llenado de piscina, se estimaron solamente dos horas a la semana de tiempo de trabajo extra, después de haberse llenado totalmente la piscina, y de esta estar botando el agua de regreso al mar.

Para el alumbrado de pasillos se estimaron dos horas de funcionamiento diario fuera del horario necesario para su utilización.

Para la bomba de llenado de tanque elevado se calcularon 15 minutos diarios de trabajo como promedio, después de haberse desbordado el tanque, antes de que esta fuera apagada por el personal de mantenimiento. Para el caso de las bombas de recirculación de piscina se estimó un 50% del tiempo de trabajo como innecesario.

Todos estos cálculos dieron como resultado que en un año, se podían tener como ahorro 10672,00 cuc.

El costo total de la inversión para la implementación del sistema automatizado en el hotel es de 18050,15 cuc, según los datos siguientes.

Tabla 3.2. Importe de la oferta

	CUC
IMPORTE TOTAL EQUIPAMIENTO	14.798,52
IMPORTE TOTAL SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION	1.741,42
IMPORTE TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA	1.510,21
IMPORTE TOTAL SERVICIO	3.251,63
IMPORTE TOTAL DE LA OFERTA	18.050,15

A partir de todos estos valores obtenidos, se realizó una gráfica donde se muestra la relación de los costos acumulados del proyecto contra los beneficios acumulados, donde se tomó como costo inicial el valor de la inversión y como beneficio el valor obtenido para el primer año de explotación del nuevo sistema, y manteniendo un costo acumulado para el mantenimiento y reparación del mismo y un beneficio que pudiera expresarse como un porcentaje de ese beneficio inicial estimado para un año, teniendo en cuenta experiencias en proyectos anteriores.

En la figura 3.1 se muestra el periodo de recuperación de la inversión en el punto de cruce de ambas líneas, traduciéndose esto en la llamada relación costo-beneficio que trae consigo la implementación de este sistema.

Tabla 3.3. Costos y beneficios.

AÑO	COSTO	COSTO ACUMULADO	BENEFICIO	BENEFICIO ACUMULADO
1	18050.15	18050.15	0	0
2	100	18150.15	10672.00	10672.00
3	300	18450.15	9604.80	20276.80
4	500	18950.15	7683.84	27960.64
5	600	19550.15	5762.88	33723.52
6	1000	20550.15	4034.02	37757.54
7	100	20650.15	9768.08	47525.62
8	300	20950.15	7683.84	55209.46

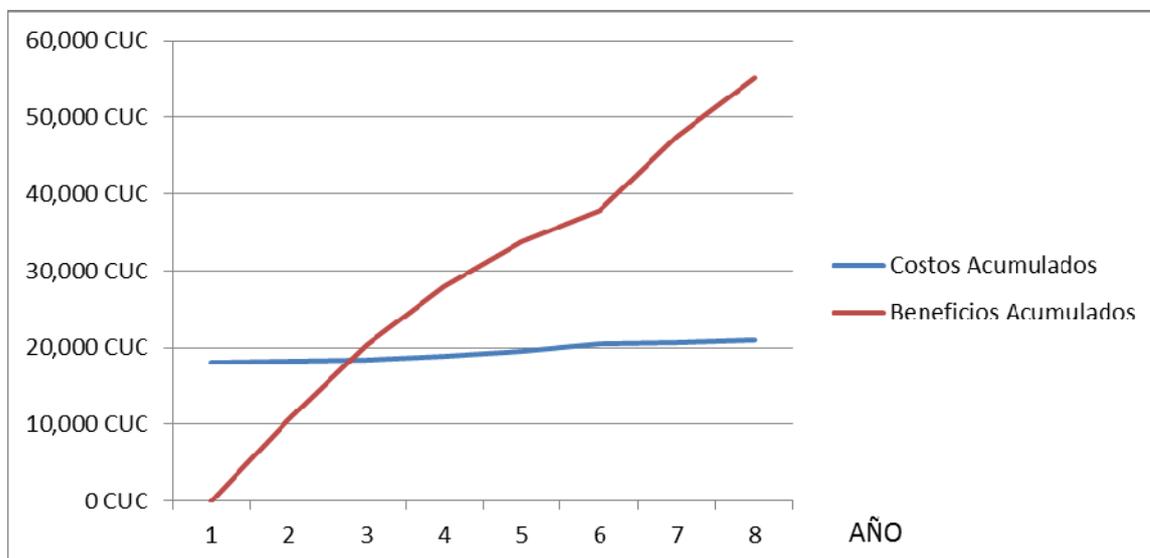


Figura 3.1 Relación costos acumulados contra beneficios acumulados.

Por lo tanto, con el análisis realizado, se demuestra cómo en un corto período de tiempo (aproximadamente 3 años) la inversión inicial es recuperada y se comienza rápidamente a obtener ganancias, y esto solo teniendo en cuenta el ahorro obtenido en los dispositivos tomados como muestra para esta demostración. Consideramos que si se realiza un análisis a fondo para todos los puntos automatizados, a los dos años aproximadamente ya el proyecto se recupera de los costos iniciales de la inversión y comienza a dar frutos.

3.4 Conclusiones del capítulo.

1. La descripción detallada del programa para PLC elaborado en lenguaje de diagrama de contactos, constituye una guía documentada a tener en cuenta en la realización de proyectos similares.
2. La confección de los 6 esquemas de conexión eléctrica de los paneles de control constituye una documentación necesaria y de gran utilidad para el momento de puesta en marcha del proyecto en el hotel, mostrando de forma clara los elementos para la conformación de los mismos.
3. El análisis económico realizado para este proyecto, demuestra que la inversión inicial del proyecto se puede amortizar en un el plazo de aproximadamente dos años, como resultado del ahorro energético.

CONCLUSIONES

1. El acopio de información sobre el funcionamiento de los distintos procesos del hotel arrojó la necesidad de un sistema de automatización para aumentar la eficiencia y mejorar la calidad de los servicios.
2. El sistema de automatización a implementar se debe basar en distribuir una red de controladores por toda la instalación, conectados en su mayoría a la red de datos de la gestión hotelera, demostrándose que con el manejo de 106 variables para la supervisión y el control mejora la eficiencia del hotel.
3. Se verifica que con seis paneles de control se pueden tener concentradas todas las señales del sistema propuesto.
4. La propuesta de automatización permite un período de recuperación de la inversión de aproximadamente dos años, como resultado del ahorro energético.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, para dar continuidad a este trabajo, los siguientes aspectos:

1. Que el trabajo desarrollado en este proyecto se tome como referencia para la ejecución de inversiones en sistemas automatizados en otros hoteles del país.
2. Que la documentación asociada a este trabajo de diploma, se tome en cuenta para la puesta en marcha del sistema en el hotel referido.

*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angel (1993). Domotica y Espacios Cotidianos. Argentina, Secretaría de Cultura y Tecnología.
- Arcila, J. (2008). Automatización como ventaja competitiva. Bird, R. (2008). MDC2 Two-Wire Decoder Controller. U.S.A.
- ASTRALPOOL (2001). Exactus membrane dosing pumps. <http://www.jameswhitepools.co.uk/documents/Auto%20Chemical%20Dosing/Astral%20Liquid%20Dosing%20Pumps.pdf>.
- Bonilla, J., V. García, et al. (2009). Diseño de un Sistema Contra Incendio, Climatización y Seguridad. Revista Tecnológica - RTE, ESPOL. Ecuador, Centro de Investigación Científica y Tecnológica - CICYT.
- Castelvetri, N. E. (2005). Smart Home Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Belgrano 5.
- Castellanos, E. I. (2012). Sistemas de Automatización. villa Clara, Cuba.
- Coronel, J. R. A. C. y. C. O. A. (2010). “Diseño e Implementación de un Sistema Domótico para el Control y Seguridad en Tiempo Real Vía Teléfono Celular”. Informática y Electrónica Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: 18-23.
- domotichoy.com. (2009). "Evolución en todo el mundo de la domótica." from <http://www.domotichoy.com/domotica/evolucion-en-todo-el-mundo-de-la-domotica>.
- Franco, G. E. (2011). FILOSOFÍA, IDENTIFICACIÓN Y RACIONALIZACIÓN DE ALARMAS EN SCADA APLICADO A LA DOMÓTICA DE UN HOTEL. Ciencia en su PC. Cuba, Redalyc, Sistema de Información Científica, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: 103-117.
- Gartzia, U. B. (2011). DOMÓTICA PARA VIVIENDAS CONSTRUIDAS España: 2.
- GAVIOTA.S.A (1999). TAREA TECNICA PARA LA PROYECCION DE AUTOMATIZACION EN INSTALACIONES HOTELERAS DE GAVIOTA S.A. R. T. Z. Víctor Pérez Hernández. Cuba: 13.

REFERENCIAS

*

- González, C., D. Benítez, et al. (2010). Arquitecturas basadas en computadores empotrados para la gestión inteligente de la energía en un complejo hotelero. Vector Plus. España, UNELCO-ENDE.SA: 53-62.
- Guerra, E. H. (2012). Rehabilitación del Sistema de Automática del Hotel Iberostar Ensenachos en Cayo Santa María. Departamento de Automática y Sistemas Computacionales. Santa Clara, Cuba, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas: 14.
- Hernández, J. (2003). UBICUIDAD DE LA AUTOMÁTICA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Tarapaca. Chile: 11.
- Hugo Martín Domínguez, F. S. V. (2006). Domótica: Un enfoque sociotécnico.
- Instruments, D. (2011). Transmisores de Nivel Sumergidos TNS 217-227-237-240. Barcelona España.
- Javier, C. (2011). Sistema de automatización de luces y persianas en casas residenciales utilizando módulos infrarrojos para mejorar el estilo de vida de personas con discapacidad física en extremidades inferiores. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Ecuador, Universidad técnica de Ambato: 19.
- Lapeña, A. C. (2003). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana. España Gráficas Litolesa, SL.
- Systems, L. I. (2003). K120S & GM7U Introduction. Slim & Compact Solution: 13-19.
- T.A.C (2004). STC300 Pipe contact Temperature Trasmmitter 4-20 mA.
- Venteo, A. O. (2006). Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas y campo de césped artificial. Tratamiento químico del agua de piscina. España: 4.

*

ANEXOS

Anexo I. Relación de señales por panel de control.

Hotel Pasacaballos						
Relación de señales por automático.						
No.	Señales	ED	SD	EA	SA	Observaciones
	PLC 1. Cuarto Equipos de Piscina.					PLC MK-120S DR20U, un Módulo de Entrada Analógica AD2A, un Módulo de Salida Analógica DA2I.
1.	ON/OFF, Bomba 1. Recirculación Piscina		1			
2.	ON/OFF, Bomba 2. Recirculación Piscina		1			
3.	Estado, Bomba 1. Recirculación Piscina	1				
4.	Estado, Bomba 2. Recirculación Piscina	1				
5.	Medición Cloro Residual Piscina			1		
6.	Dosificación de Cloro Residual Piscina				1	
7.	Medición de PH			1		
8.	Dosificación de PH+				1	
9.	Dosificación de PH-				1	

ANEXOS

*

10	ON/OFF, Alumbrado Interior de Piscina		1			
11	Estado Alumbrado Interior de Piscina	1				
12	ON/OFF, Alumbrado Exterior Piscina		1			
13	Estado, Alumbrado Exterior Piscina	1				
14	ON/OFF, Alumbrado Exterior Cerca Perimetral Balas de Gas		1			
15	Estado Alumbrado Exterior Cerca Perimetral Balas de Gas	1				
16	ON/OFF, Alumbrado Exterior Cerca Perimetral Ranchón		1			
17	Estado Alumbrado Exterior Cerca Perimetral Ranchón	1				
18	Nivel de Piscina			1		
	Total señales PLC 1	6	6	3	3	
	PLC 2. Sala de Máquinas. Producción de Agua Caliente.					PLC MK-120S DR30U, un Módulo de Entrada Analógica AD2A.
1.	Temperatura del Agua del Circuito Primario			1		
2.	Temperatura del agua de Retorno de Consumidores			1		
3.	Temperatura del Tanque de Almacenamiento de Agua Caliente			1		
4.	ON/OFF, Bomba 1. Primario		1			
5.	ON/OFF, Bomba 2. Primario		1			
6.	Estado, Bomba 1. Primario	1				
7.	Estado, Bomba 2. Primario	1				
8.	ON/OFF, Bomba 1. Secundario		1			
9.	ON/OFF, Bomba 2. Secundario		1			

ANEXOS

*

10.	Estado, Bomba 1. Secundario	1				
11.	Estado, Bomba 2. Secundario	1				
12.	Habilitar/Deshabilitar, Caldera 1		1			
13.	Habilitar/Deshabilitar, Caldera 2		1			
14.	ON/OFF, Bombas 1. Recirculación		1			
15.	ON/OFF, Bombas 2. Recirculación		1			
16.	Estado, Bombas 1. Recirculación	1				
17.	Estado, Bombas 2. Recirculación	1				
18.	Presostato-1	1				
19.	Presostato-2	1				
	Total señales PLC 2	8	8	3	0	
	PLC 3. Local Pizarra General de Distribución Principal (PGD).					PLC MK-120S DR30U, un Módulo de Entrada Analógica AD2A
1.	ON/OFF Extractor 1 Restaurante		1			
2.	Estado, Extractor 1 Restaurante	1				
3.	ON/OFF Extractor 2 Restaurante		1			
4.	Estado, Extractor 2 Restaurante	1				
5.	ON/OFF, Alumbrado Exterior Parque-Farola		1			
6.	Estado, Alumbrado Exterior Parque-Farola	1				
7.	ON,OFF, Extractor 1 Cocina		1			

ANEXOS

*

8.	Estado Extractor 1 Cocina	1				
9.	ON,OFF, Extractor 2 Cocina		1			
10.	Estado Extractor 2 Cocina	1				
11.	ON,OFF, Ventilador 1 Cocina		1			
12.	Estado Ventilador 1 Cocina	1				
13.	ON/OFF, Alumbrado Salas de espera de Elevadores		1			
14.	Estado Alumbrado Salas de espera de Elevadores	1				
15.	Nivel de Cisterna			1		
16.	Nivel Tanque Elevado			1		
17.	ON/OFFF, Bomba1 Tanque Elevado		1			
18.	Estado Bomba1 Tanque Elevado	1				
19.	ON/OFFF, Bomba 2 Tanque Elevado		1			
20.	Estado Bomba2 Tanque Elevado	1				
21.	Metro Contador de Consumo general de Agua del Hotel	1				
	Total señales PLC 3	10	9	2	0	
	PLC 4. Local Pizarra de Alumbrado General. Zona Habitacional, Segundo Nivel.					PLC MK-120S DR60U
1	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito1		1			
2	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 1	1				
3	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 2		1			

ANEXOS

*

4	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 2	1				
5	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 3		1			
6	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 3	1				
7	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 4		1			
8	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 4	1				
9	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 5		1			
10	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 5	1				
11	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 6		1			
12	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 6	1				
13	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 7		1			
14	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 7	1				
15	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 8		1			
16	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 8	1				
17	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 9		1			
18	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 9	1				
19	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 10		1			
20	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 10	1				
21	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 11		1			
22	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 11	1				

ANEXOS

*

23	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 12		1			
24	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 12	1				
25	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 13		1			
26	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 13	1				
27	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 14		1			
28	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito14	1				
29	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 15		1			
30	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 15	1				
31	ON/OFFF, Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 16		1			
32	Estado Alumbrado Exterior de Pasillos Circuito 16	1				
	Total señales PLC 4	16	16	0	0	
	PLC 5. Cuarto de Bombas para Llenado de Piscina.					
1	ON/OFF, Bomba Sumergible de Llenado de Piscina		1			PLC MK-120S DR20U
2	Estado Bomba Sumergible de Llenado de Piscina	1				
3	ON/OFF, Alumbrado Exterior de Cuarto de Bomba		1			
4	Estado Alumbrado Exterior de Cuarto de Bomba	1				
	ON/OFF, Alumbrado Interior de Cuarto de Bomba		1			
	Estado Alumbrado Interior de Cuarto de Bomba	1				

ANEXOS

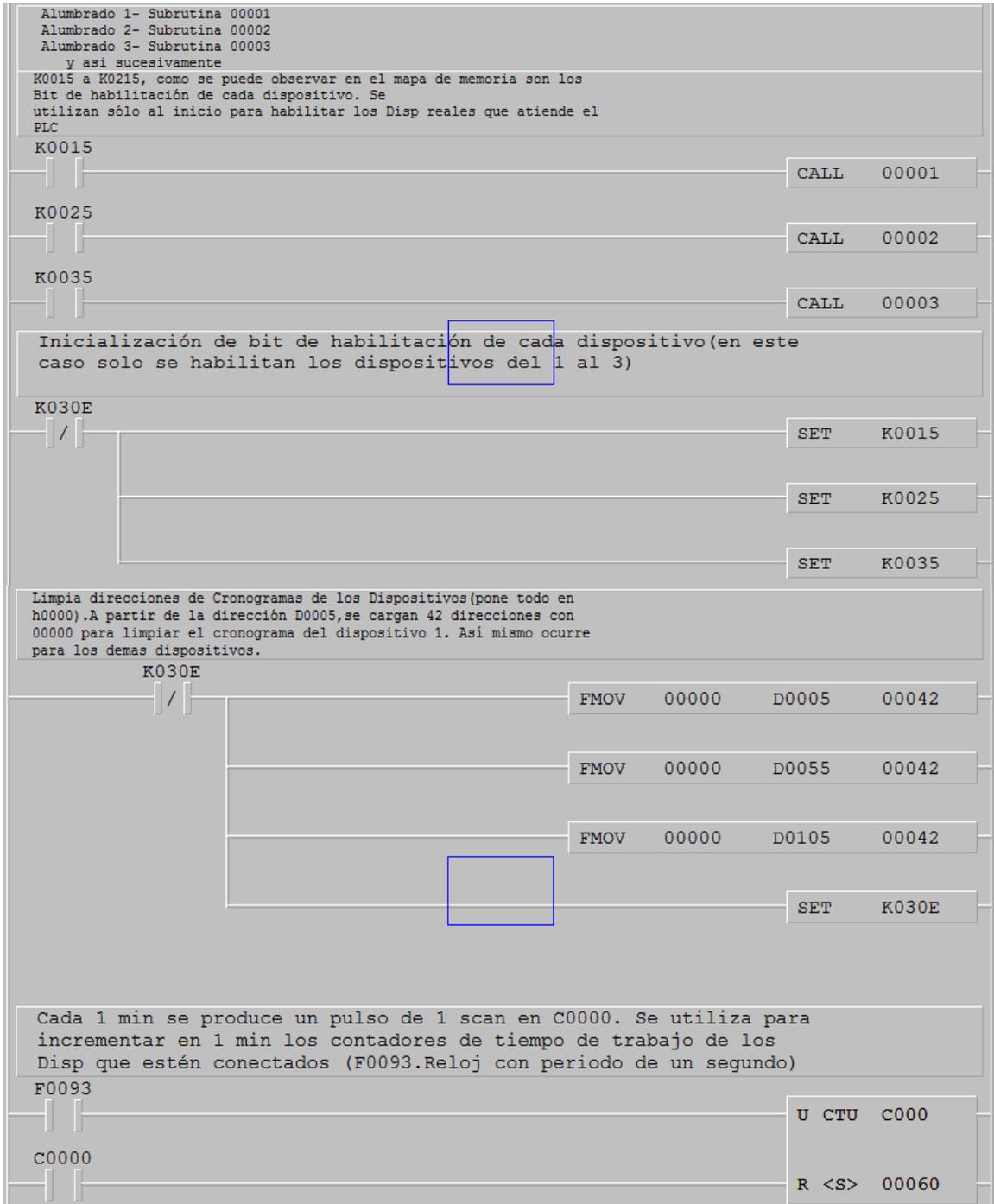
*

	Total señales PLC 5	3	3	0	0	
	PLC 6. Closet Eléctrico Carpeta-Lobby.					
1	ON/OFF, Alumbrado Lobby 1		1			PLC MK-120S DR20U
2	Estado Alumbrado Lobby 1	1				
3	ON/OFF, Alumbrado Lobby 2		1			
4	Estado Alumbrado Lobby 2	1				
5	ON/OFF, Alumbrado Carpeta		1			
6	Estado Alumbrado Carpeta	1				
7	ON/OFF, Alumbrado Pasillo Lobby		1			
8	Estado Alumbrado Pasillo Lobby	1				
9	ON/OFF, Alumbrado Balcón Lobby		1			
10	Estado Alumbrado Balcón Lobby	1				
	Total señales PLC 6	5	5	0	0	
	TOTAL DE SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES	48	47	8	3	
	Total de Puntos Digitales de Automática	95				
	Total de Puntos Analógicos de Automática			11		
	TOTAL DE PUNTOS DE AUTOMÁTICA	106				

ANEXOS

*

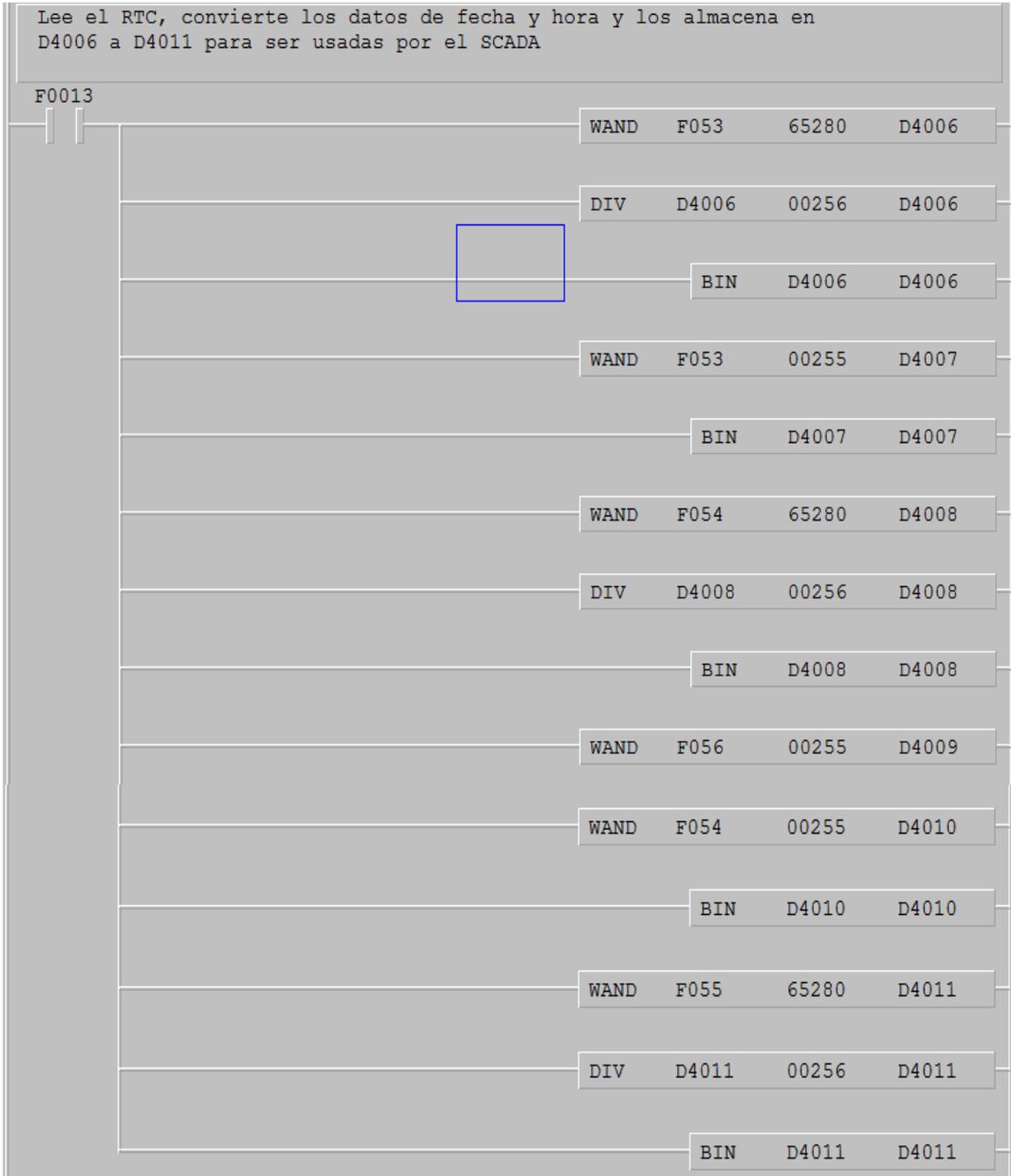
Anexo II. Bloque del programa principal donde se llama a la subrutina de cada dispositivo, se habilitan la cantidad de alumbrados reales que atiende el PLC, se limpian las direcciones donde se guardará el cronograma de trabajo de cada dispositivo y se utiliza un contador para incrementar los contadores de tiempo de trabajo de los dispositivos.



ANEXOS

*

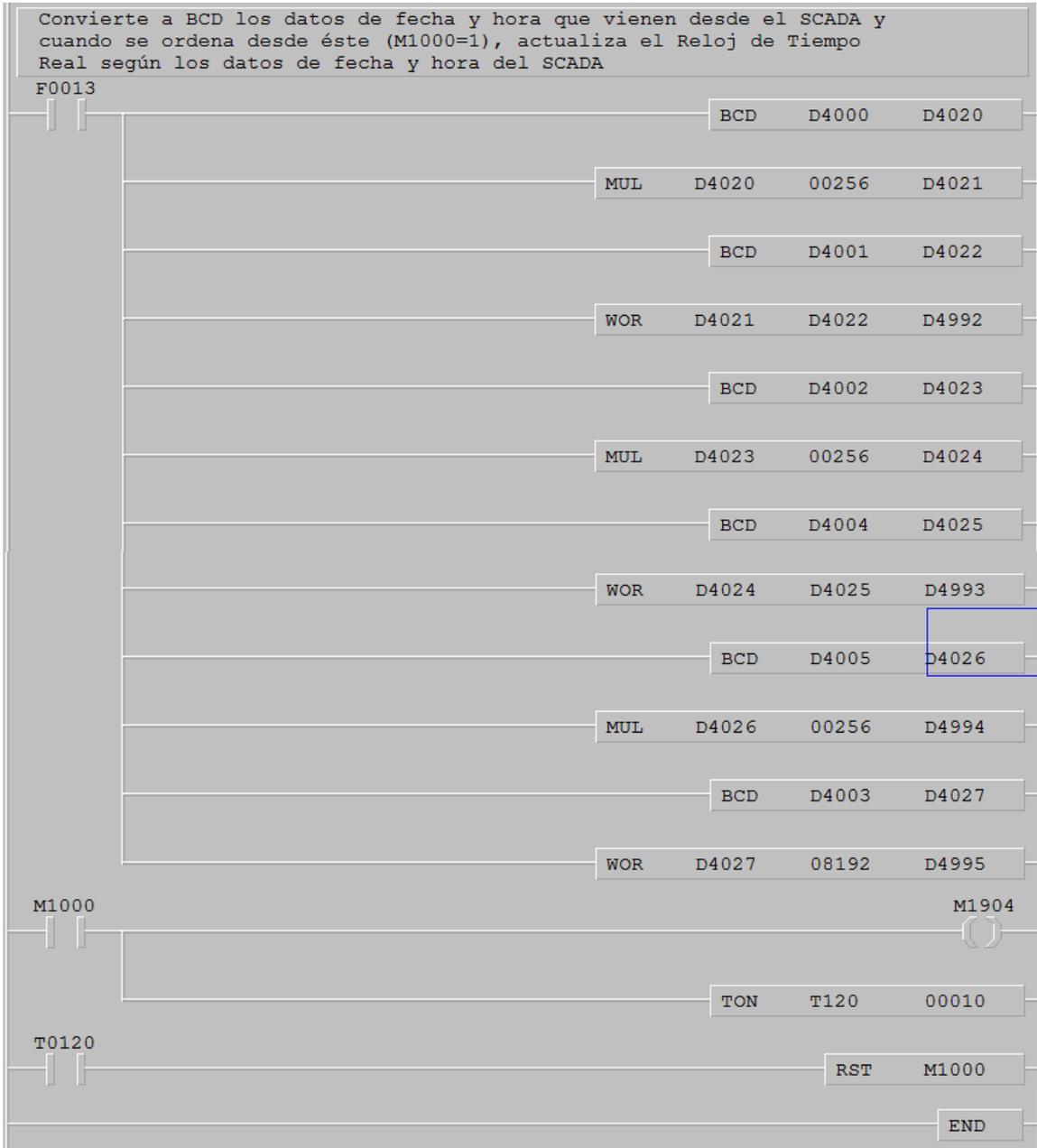
Anexo III. Bloque del programa que permite la transferencia de la fecha y la hora del PLC al SCADA.



ANEXOS

*

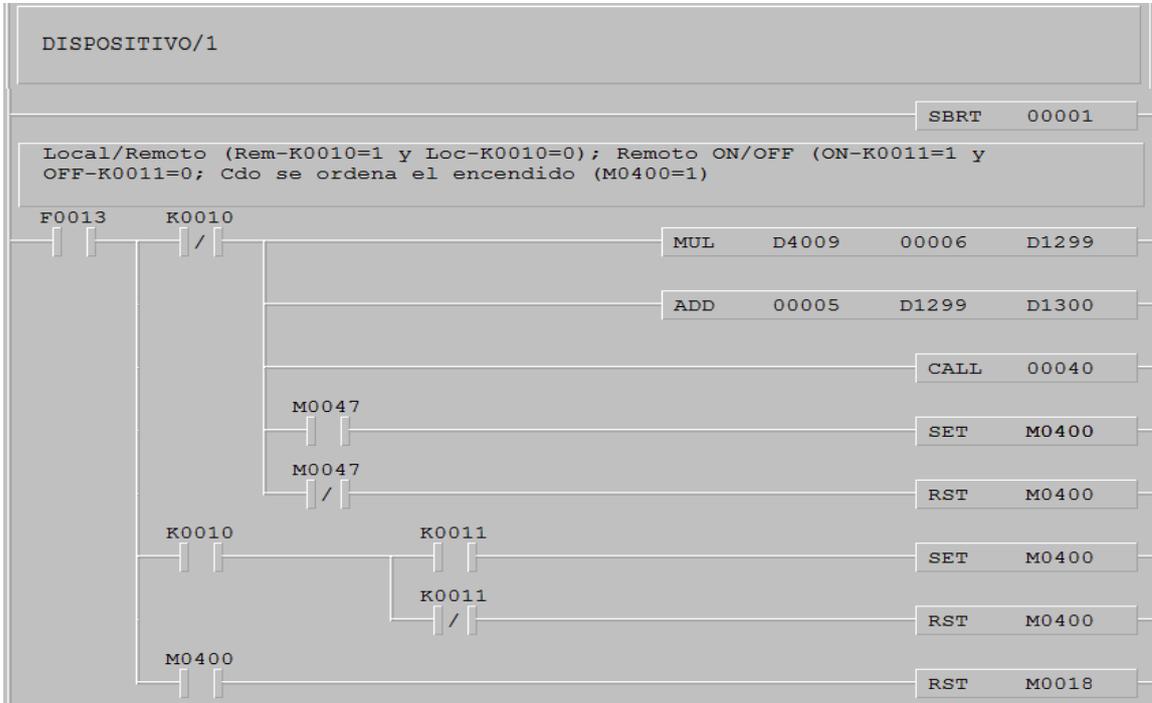
Anexo IV. Bloque del programa que permite transferencia de la fecha y la hora del SCADA al PLC.



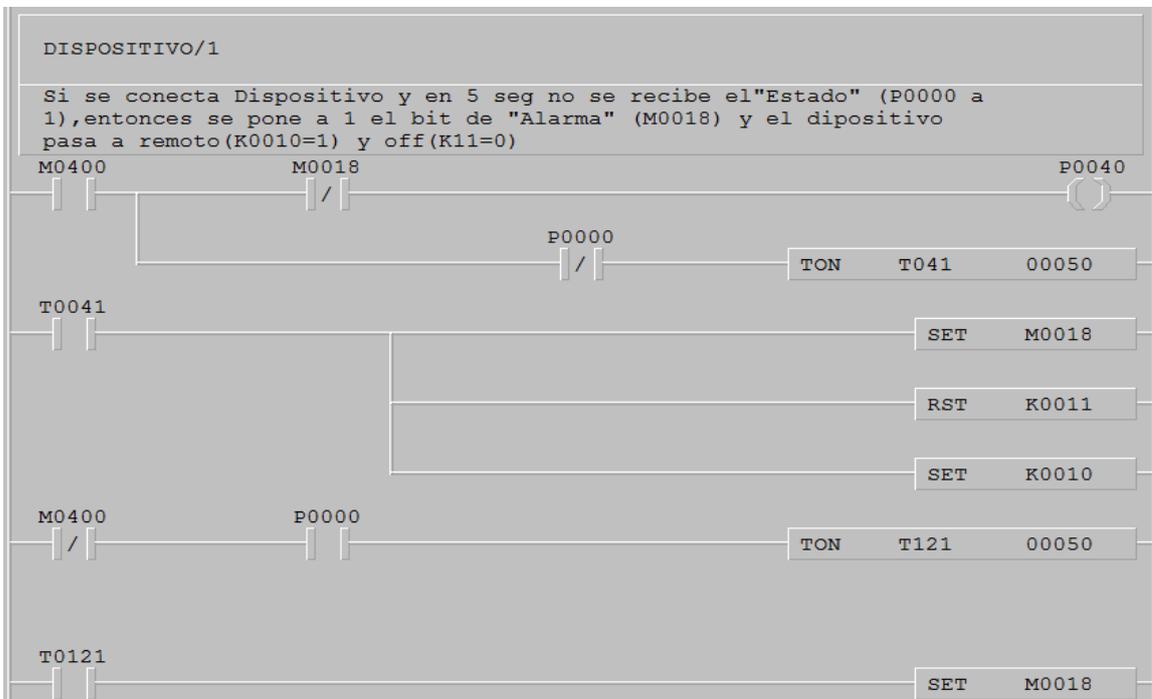
ANEXOS

*

Anexo V. Control Local/Remoto

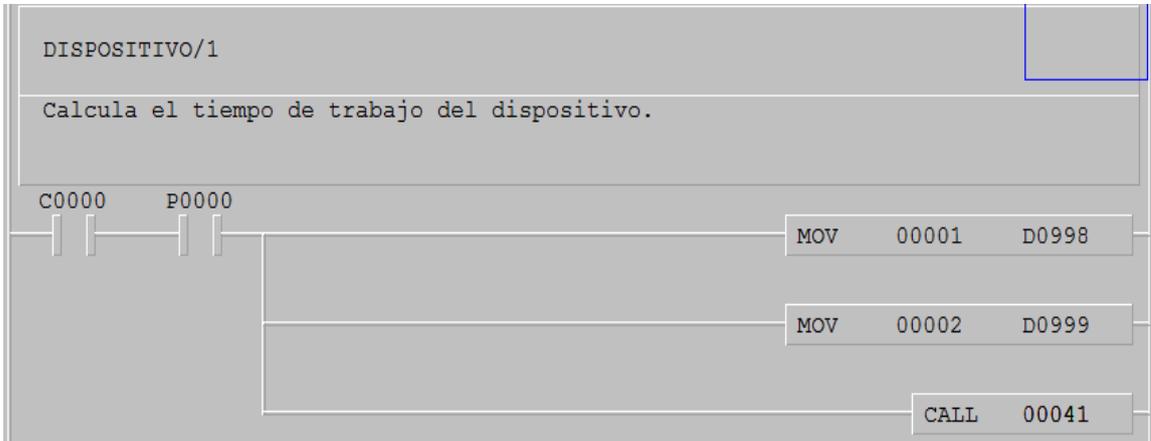


Anexo VI. Programa para el encendido/apagado con chequeo del estado.

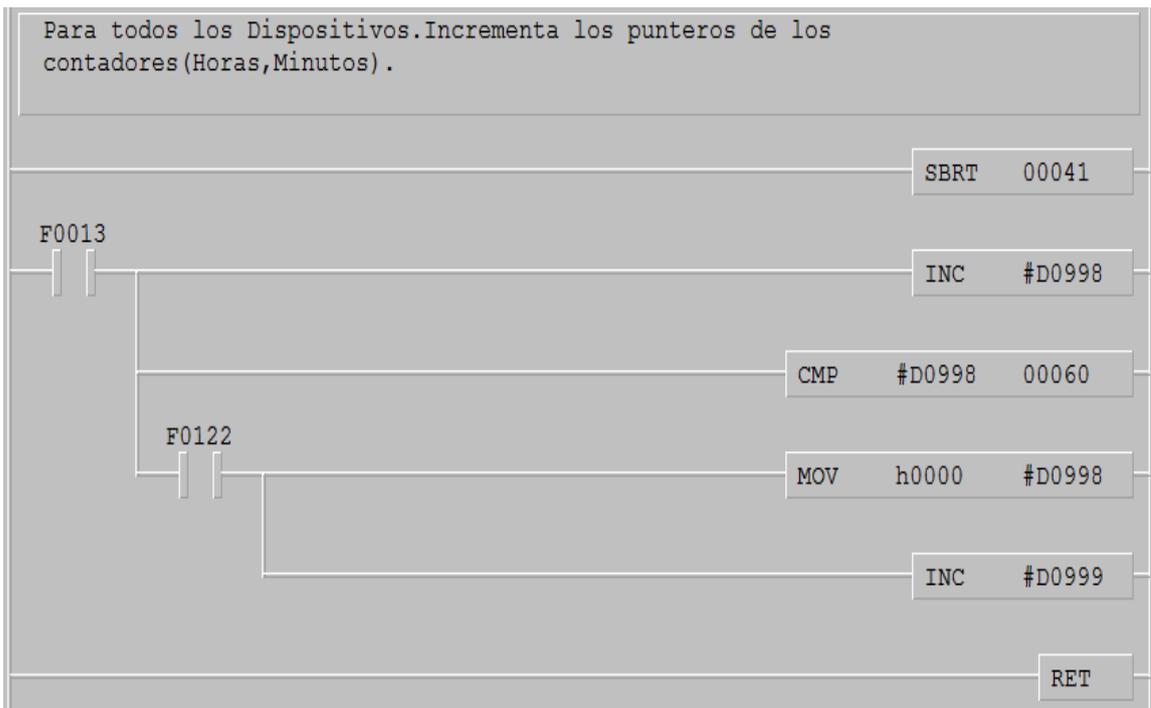


*

Anexo VII. Programa para calcular el tiempo de trabajo de cada dispositivo.



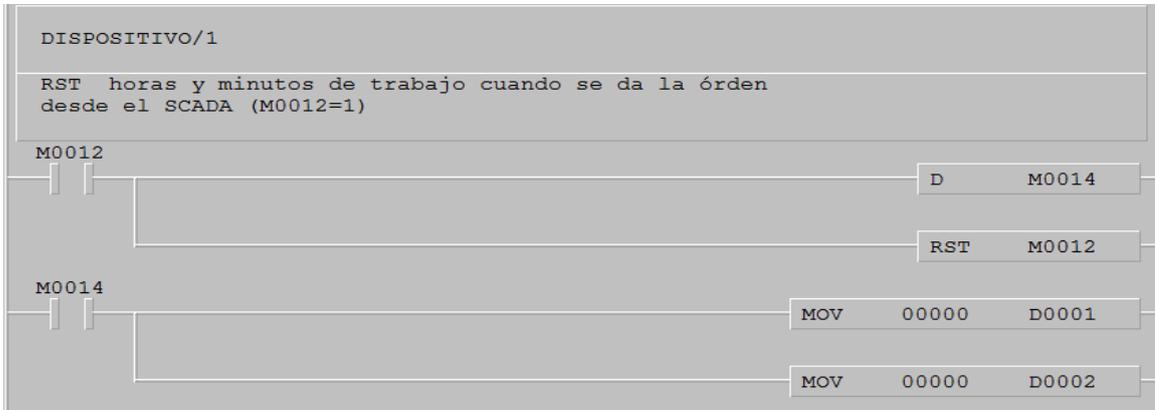
Anexo VIII. Subrutina 41.



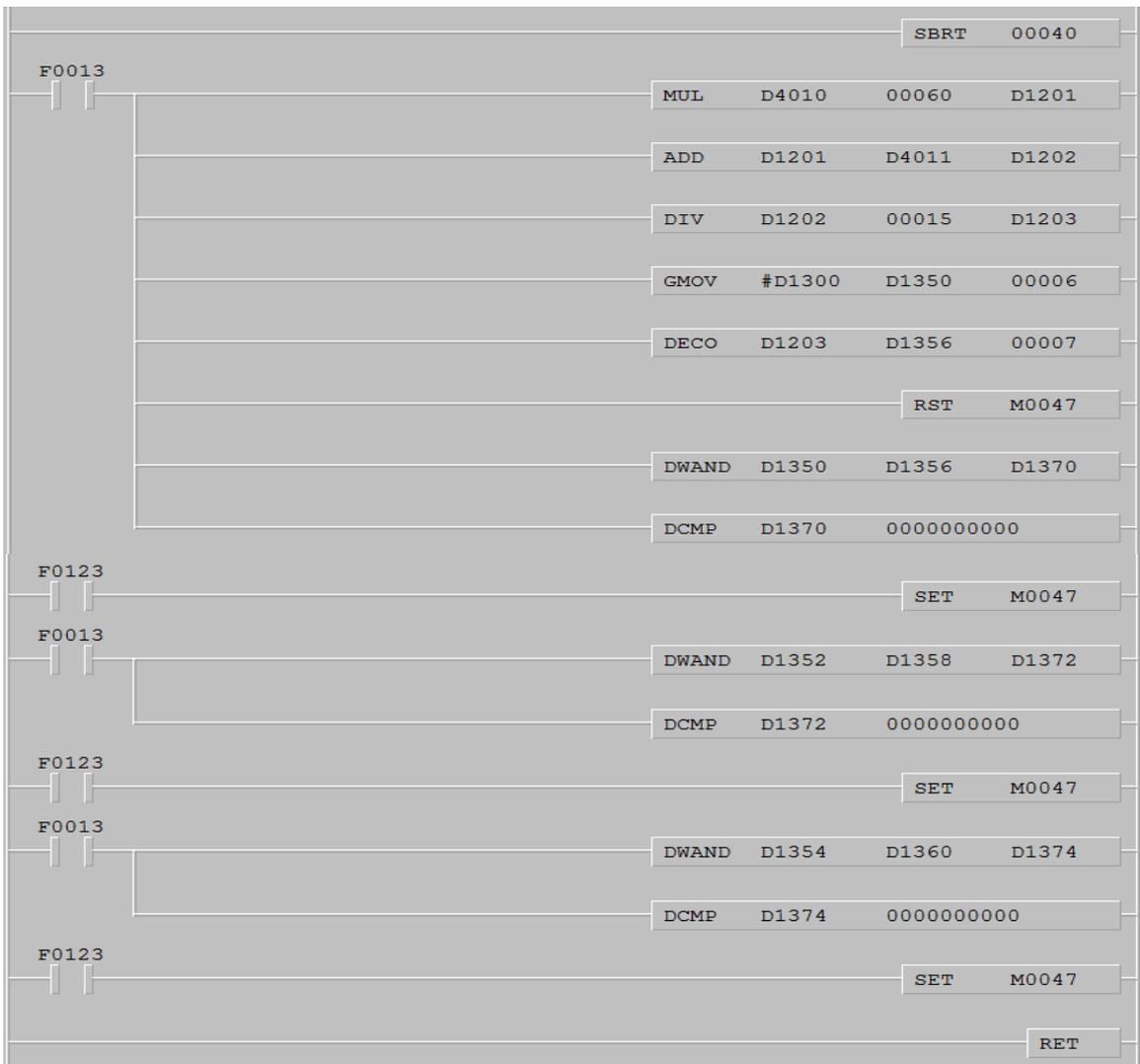
ANEXOS

*

Anexo IX. Limpia la cantidad de tiempo de trabajo del dispositivo.



Anexo X. Subrutina 40.



ANEXOS

*

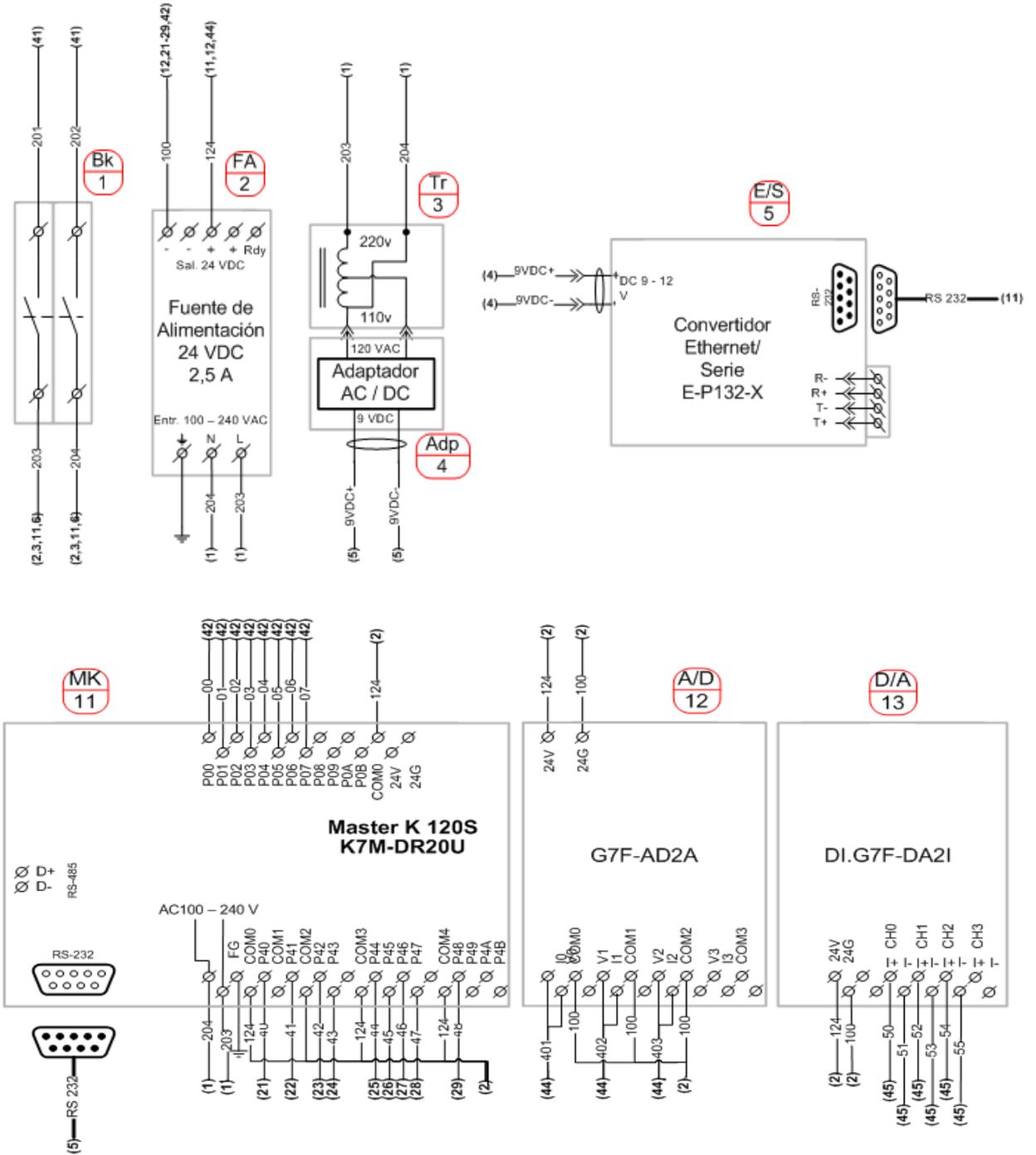
Anexo XI. Mapa de memoria de los PLC.

Descripción	Tipo	Disp 1	Disp 2	Disp 3	Disp 4	Disp 5	Disp 6	Disp 7	Disp 8	Disp 9	Disp 10
Estado	ED	P0000	P0001	P0002	P0003	P0004	P0005	P0006	P0007	P0008	P0009
ON/OFF	SD	P0040	P0041	P0042	P0043	P0044	P0045	P0046	P0047	P0048	P0049
L_R	Bit	K0010	K0020	K0030	K0040	K0050	K0060	K0070	K0080	K0090	K0100
Accionamiento Remoto	Bit	K0011	K0021	K0031	K0041	K0051	K0061	K0071	K0081	K0091	K0101
Reset Cont de horas de trabajo	Bit	M0012	M0022	M0032	M0042	M0052	M0062	M0072	M0082	M0092	M0102
auxiliar de reset horas de trabajo	Bit	M0014	M0024	M0034	M0044	M0054	M0064	M0074	M0084	M0094	M0104
Bit de alarma por estado	Bit	M0018	M0028	M0038	M0048	M0058	M0068	M0078	M0088	M0098	M0108
Cont de horas de trabajo	Registro	D0002	D0052	D0102	D0152	D0202	D0252	D0302	D0352	D0402	D0452
Cronograma	Registros	D0005- D0046	D0055- D0096	D0105- D0146	D0155- D0196	D0205- D0246	D0255- D0296	D0305- D0346	D0355- D0396	D0405- D0446	D0455- D0496
Config Habilitación Dispositivo	Bit	K0015	K0025	K0035	K0045	K0055	K0065	K0075	K0085	K0095	K0105
Temp 5 s de espera x Estado ON	T	T041	T042	T043	T044	T045	T046	T047	T048	T049	T050
Temp 5 s de espera x Estado OFF	T	T121	T122	T123	T124	T125	T126	T127	T128	T129	T130
Fecha y hora PLC (aa/mm/dd/ds/hh/mi)	Registros	D4006.....D4011									
Fecha y hora SCADA (aa/mm/dd/ds/hh/mi)	Registros	D4000.....D4005									
Actualizar Fecha y Hora	Bit	M1000									
Descripción	Tipo	Disp 11	Disp 12	Disp 13	Disp 14	Disp 15	Disp 16	Disp 17	Disp 18	Disp 19	Disp 20
Estado	ED	P000A	P000B	P000C	P000D	P000E	P000F	P0010	P0011	P0012	P0013
ON/OFF	SD	M0110	M0120	M0130	M0140	M0150	M0160	M0170	M0180	M0190	M0200
L_R	Bit	K0110	K0120	K0130	K0140	K0150	K0160	K0170	K0180	K0190	K0200
Accionamiento Remoto	Bit	K0111	K0121	K0131	K0141	K0151	K0161	K0171	K0181	K0191	K0201
Reset Cont de horas de trabajo	Bit	M0112	M0122	M0132	M0142	M0152	M0162	M0172	M0182	M0192	M0202
auxiliar de reset horas de trabajo	Bit	M0113	M0123	M0133	M0143	M0153	M0163	M0173	M0183	M0193	M0203
Bit de alarma por estado	Bit	M0118	M0128	M0138	M0148	M0158	M0168	M0178	M0188	M0198	M0208
Cont de horas de trabajo	Registro	D0502	D0552	D0602	D0652	D0702	D0752	D0802	D0852	D0902	D0952
Cronograma	Registros	D0505- D0546	D0555- D0596	D0605- D0646	D0655- D0696	D0705- D0746	D0755- D0796	D0805- D0846	D0855- D0896	D0905- D0946	D0955- D0996
Config Habilitación Dispositivo	Bit	K0115	K0125	K0135	K0145	K0155	K0165	K0175	K0185	K0195	K0205
Temp 5 s de espera x Estado ON	T	T051	T052	T053	T054	T055	T056	T057	T058	T059	T060
Temp 5 s de espera x Estado OFF	T	T131	T132	T133	T134	T135	T136	T137	T138	T139	T140
Fecha y hora PLC (aa/mm/dd/ds/hh/mi)	Registro	D4006.....D4011									
Fecha y hora SCADA (aa/mm/dd/hh/mi)	Registro	D4000.....D4005									
Actualizar Fecha y Hora	Bit	M1000									

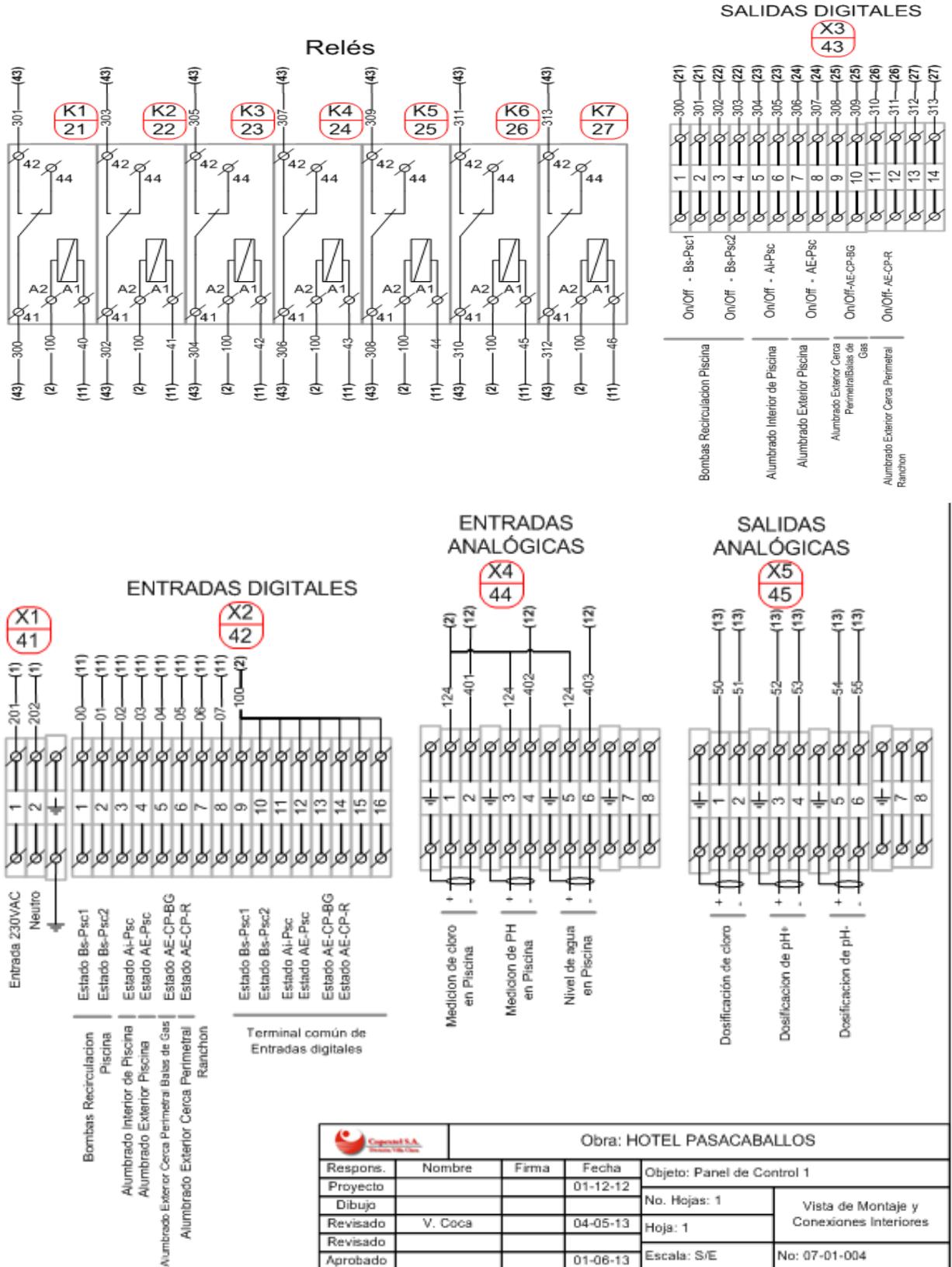
*

Anexo XII. Esquemas de conexión eléctricos por panel de control automático.

PANEL DE CONTROL 1

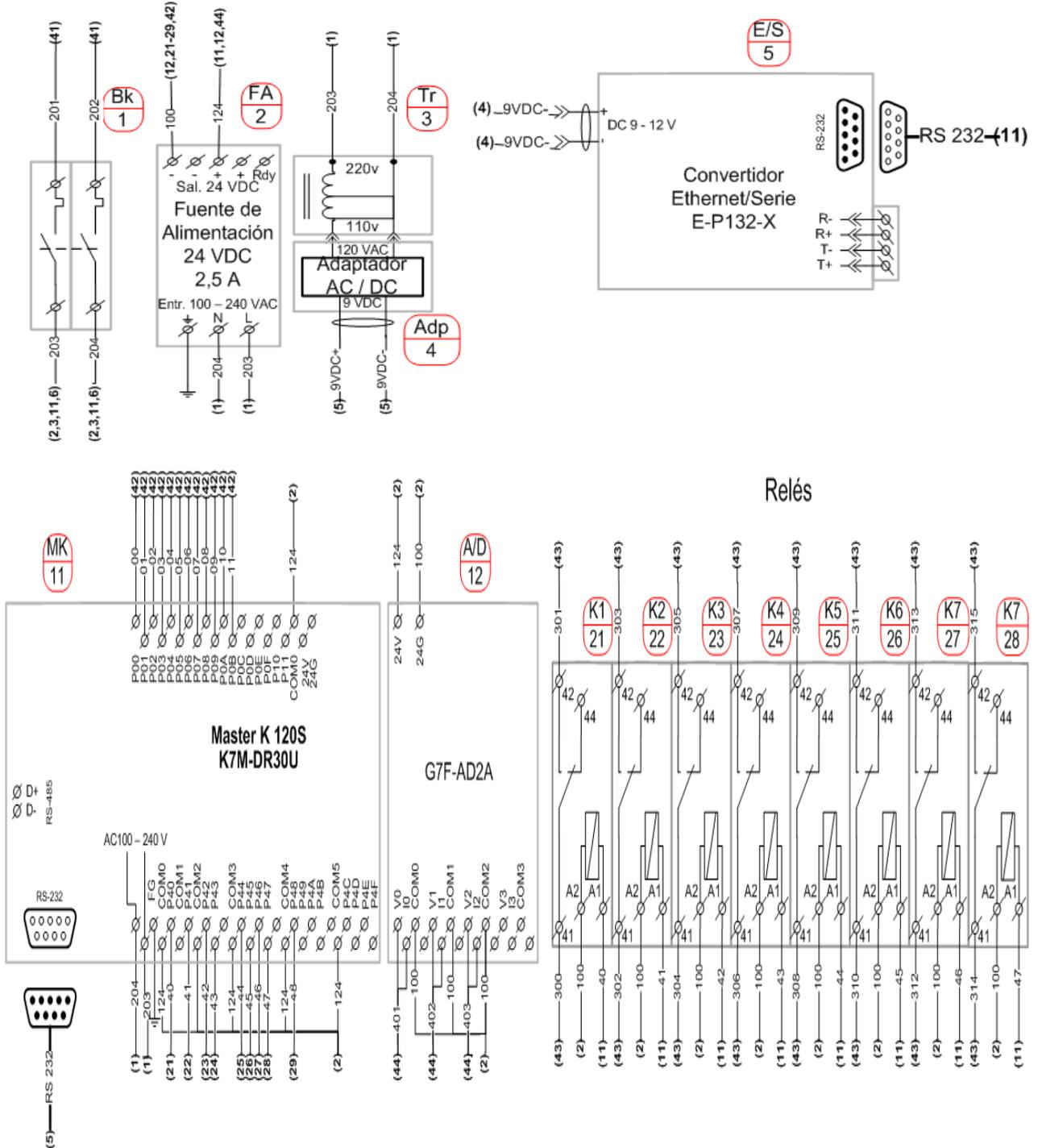


*

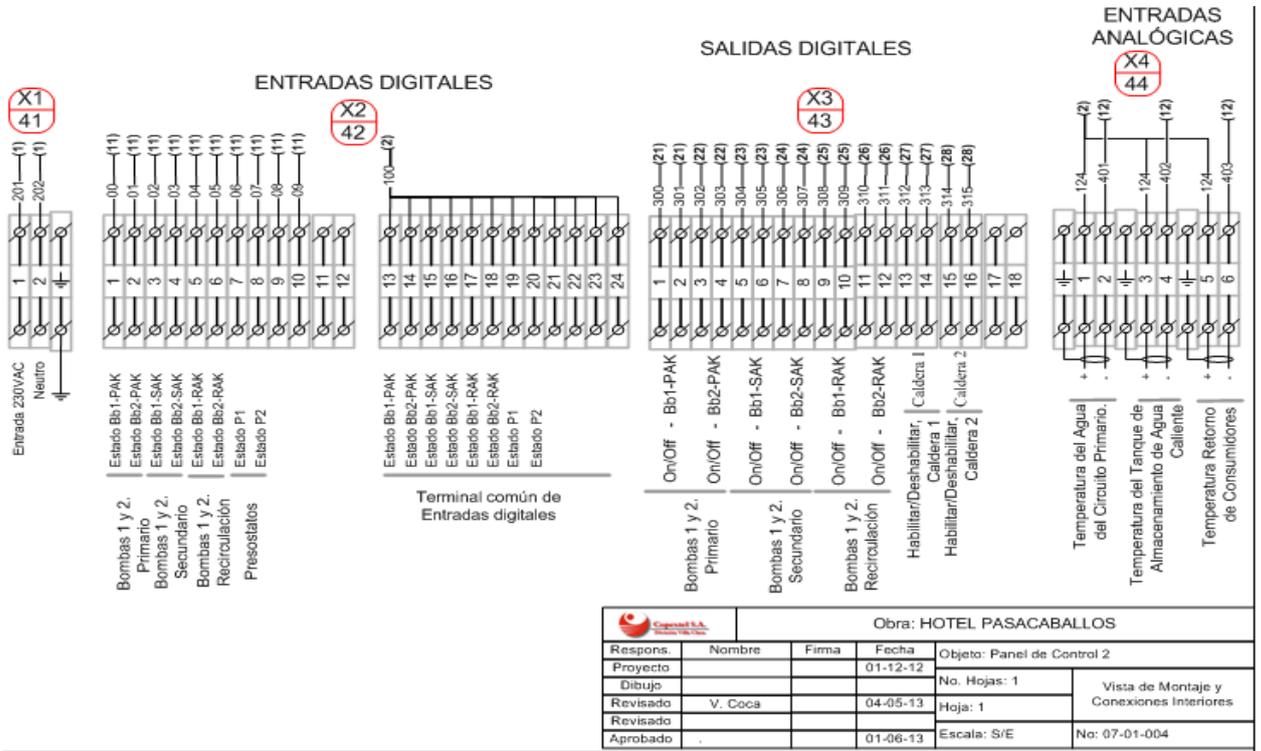


*

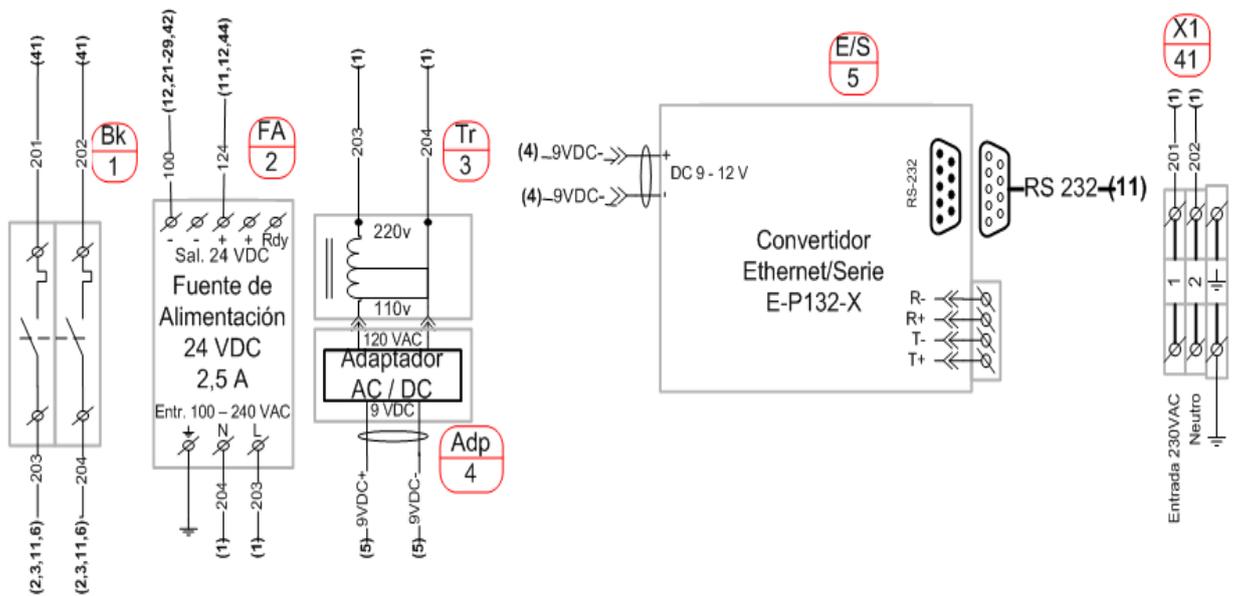
PANEL DE CONTROL 2



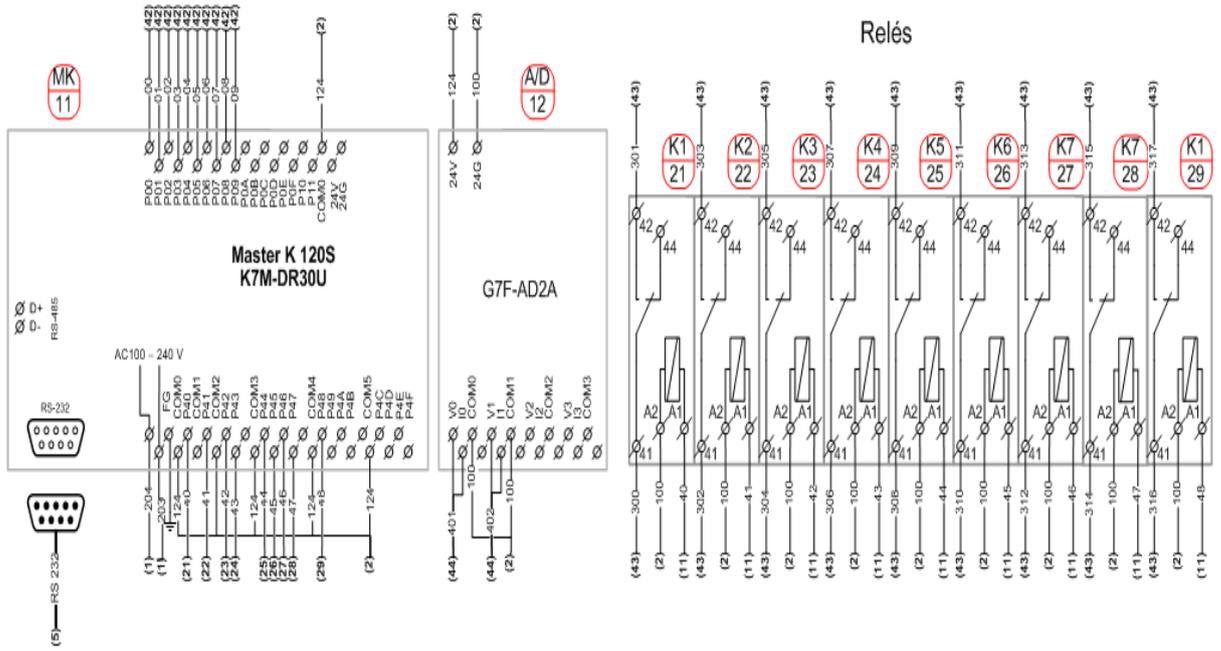
*



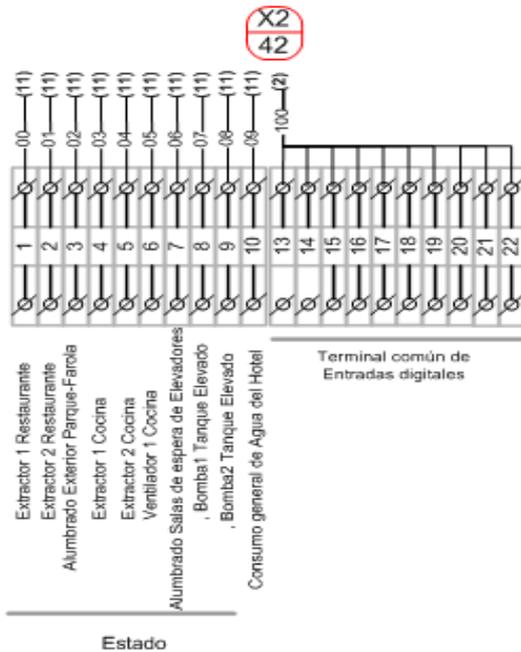
PANEL DE CONTROL 3



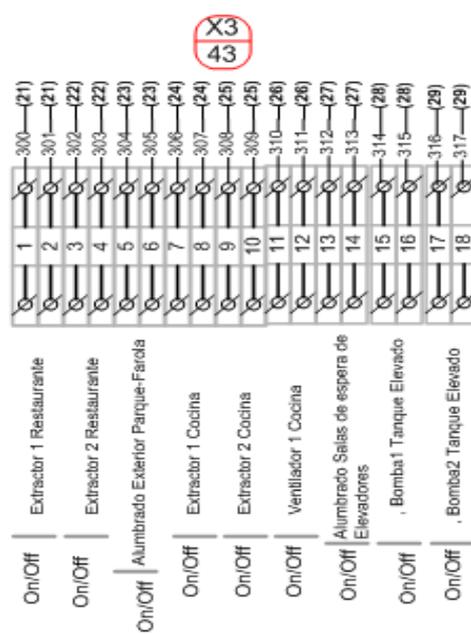
*



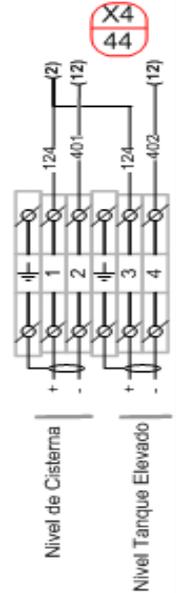
ENTRADAS DIGITALES



SALIDAS DIGITALES



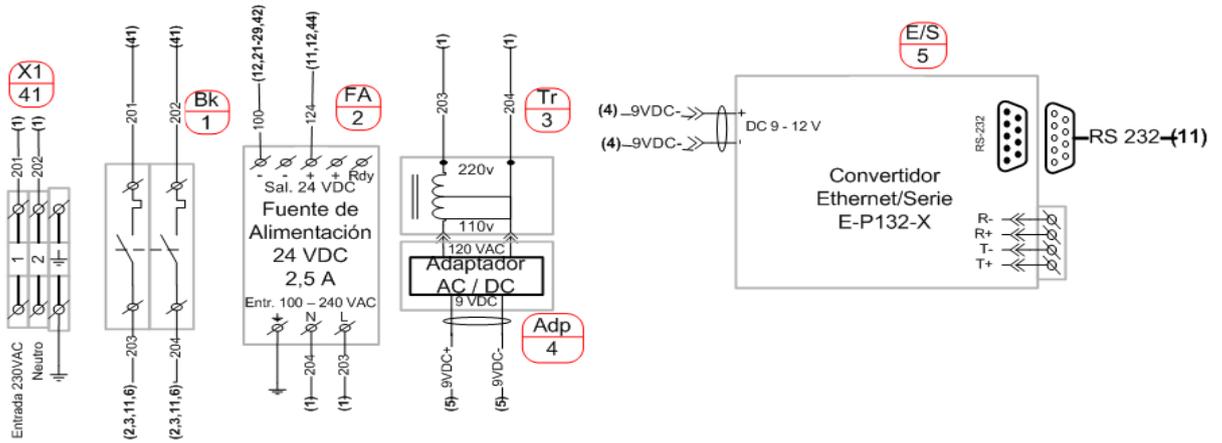
ENTRADAS ANALÓGICAS



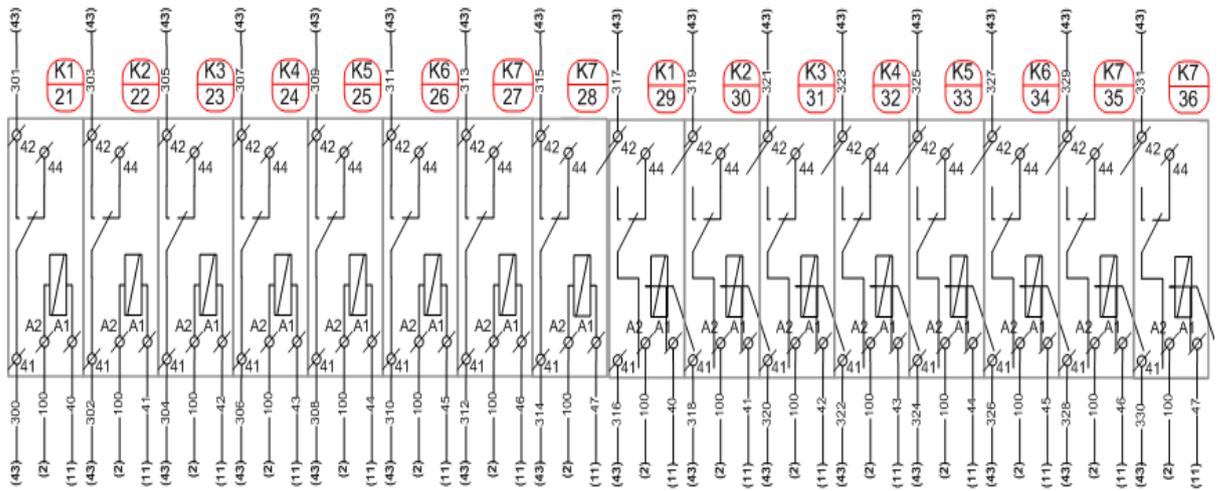
		Obra: HOTEL PASACABALLOS			
		Respons.	Nombre	Firma	Fecha
Proyecto			01-12-12	No. Hojas: 1	Vista de Montaje y Conexiones Interiores
Dibujo				Hoja: 1	
Revisado	V. Coca		04-05-13	Escala: S/E	No: 07-01-004
Aprobado			01-06-13		

*

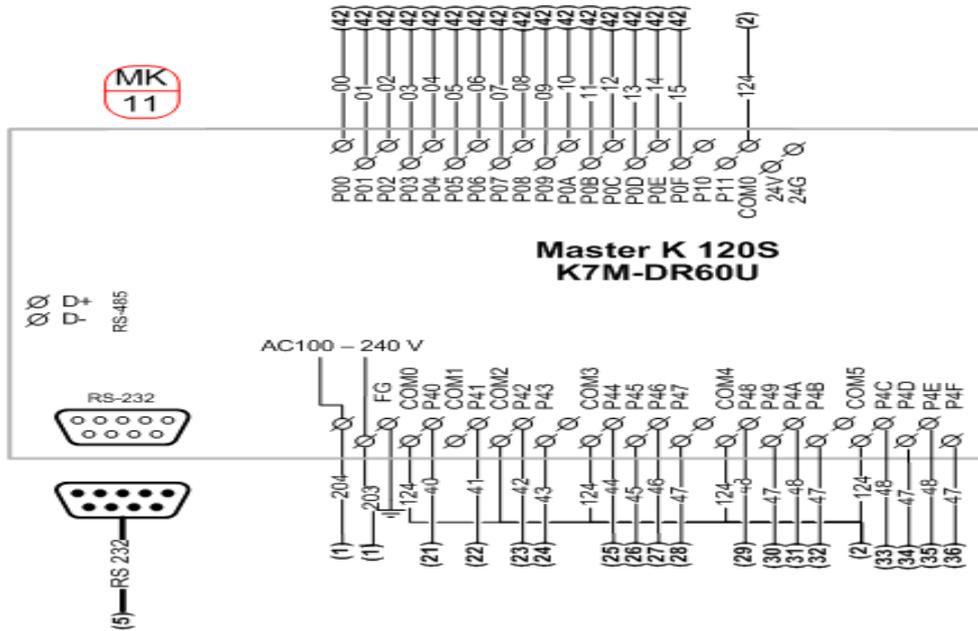
PANEL DE CONTROL 4



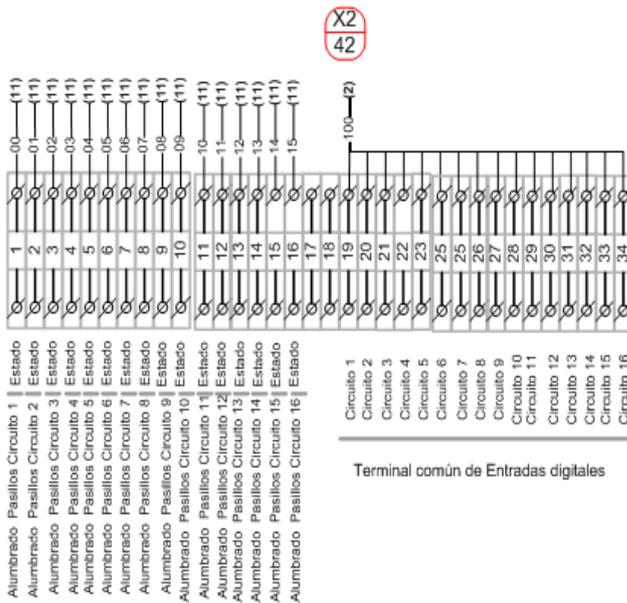
Relés



*

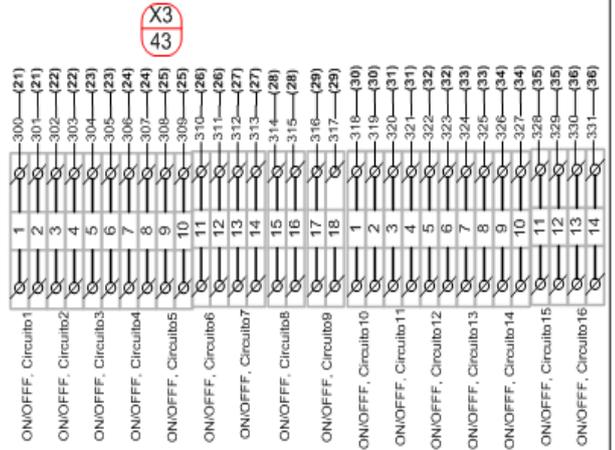


ENTRADAS DIGITALES



Terminal común de Entradas digitales

SALIDAS DIGITALES

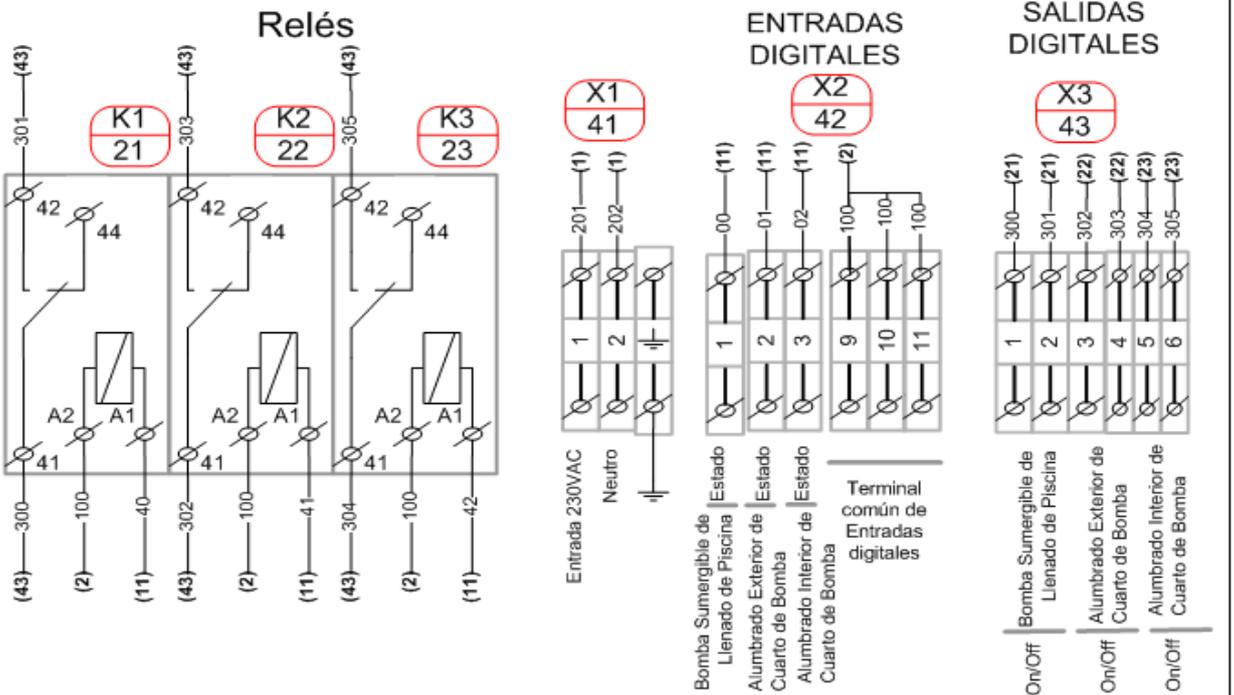
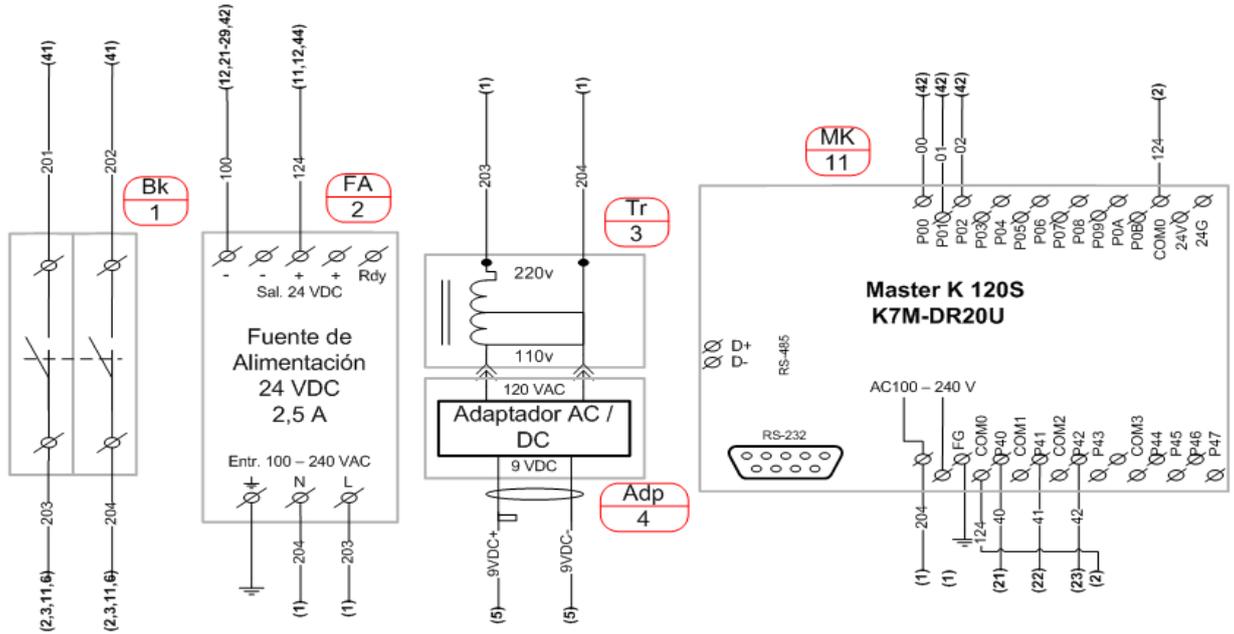


Alumbrado Exterior de Pasillos

Respons.		Nombre		Firma		Fecha		Objeto: Panel de Control 4	
Proyecto							01-12-12	No. Hojas: 1	Vista de Montaje y Conexiones Interiores
Dibujo							04-05-13	Hoja: 1	
Revisado	V. Coca							Escala: S/E	No: 07-01-004
Aprobado							01-06-13		

*

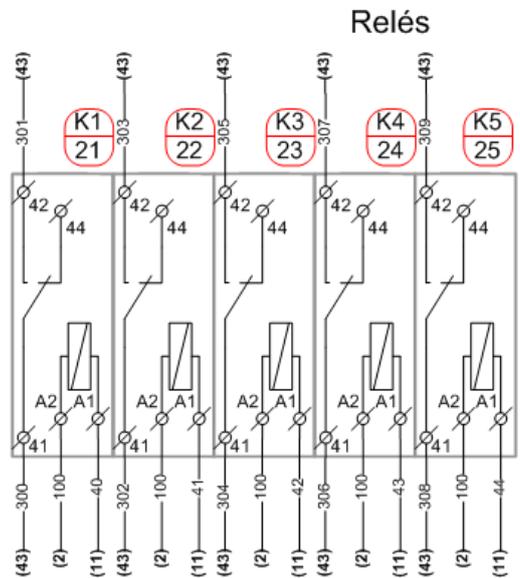
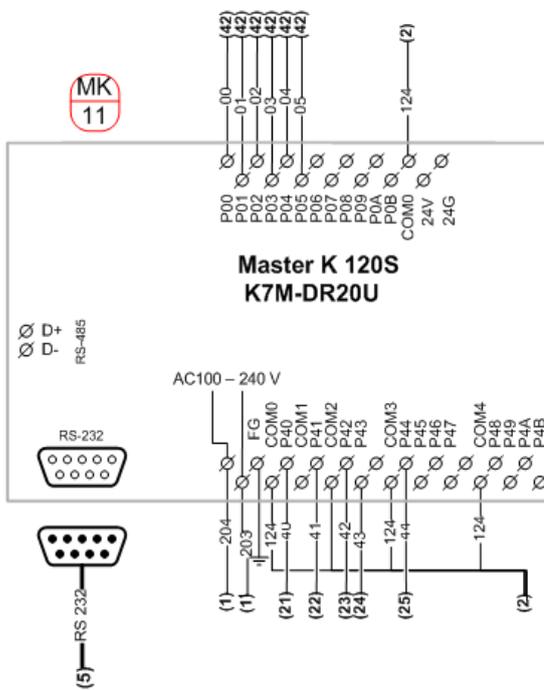
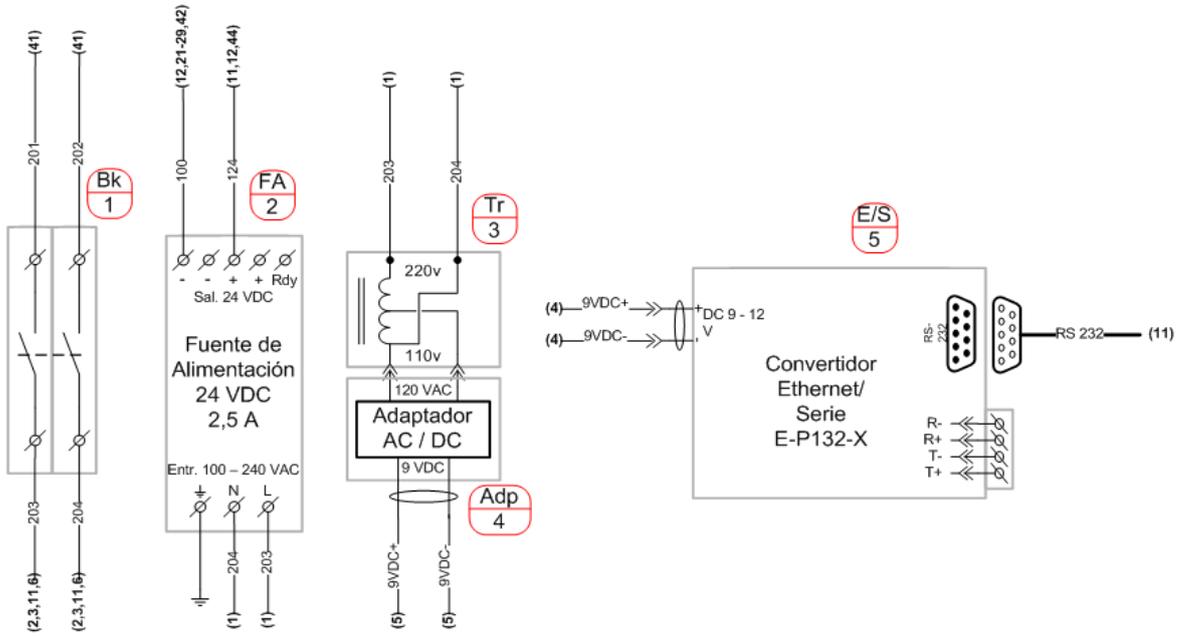
PANEL DE CONTROL 5



		Obra: HOTEL PASACABALLOS		
		Respons.	Nombre	Firma
Proyecto			01-12-12	Objeto: Panel de Control 5
Dibujo				No. Hojas: 1
Revisado	V. Coca		04-05-13	Hoja: 1
Revisado				
Aprobado			01-06-13	Escala: S/E
				Vista de Montaje y Conexiones Interiores
				No: 07-01-004

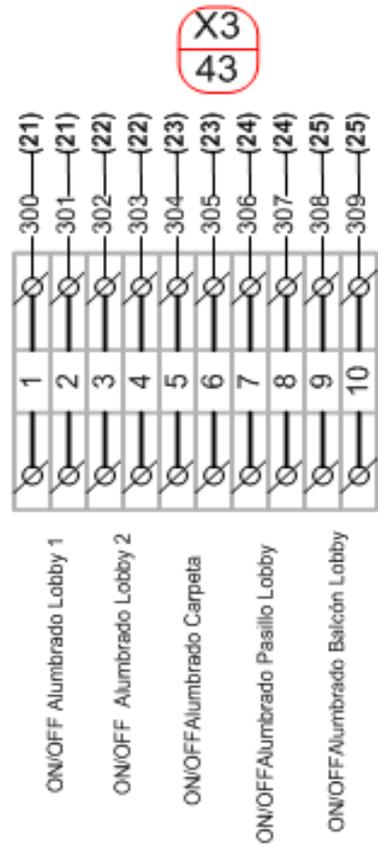
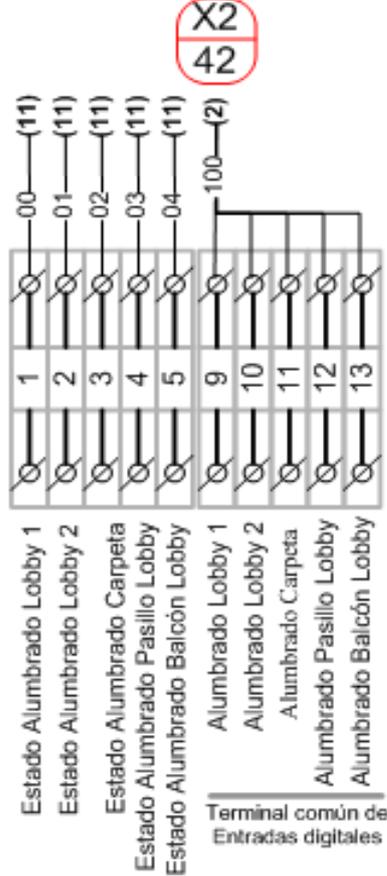
*

PANEL DE CONTROL 6



*

ENTRADAS DIGITALES SALIDAS DIGITALES



		Obra: HOTEL PASACABALLOS		
Respons.	Nombre	Firma	Fecha	Objeto: Panel de Control 6
Proyecto			01-12-12	No. Hojas: 1 Vista de Montaje y Conexiones Interiores
Dibujo				
Revisado	V. Coca		04-05-13	Hoja: 1
Revisado				
Aprobado			01-06-13	Escala: S/E No: 07-01-004

ANEXOS

*

Anexo XIII. Accesorios por Paneles de Control.

Panel de Control Automático 1 . Cuarto Equipos de Piscina						
CODIGO	DESCRIPCION	CAN	U/CUC	U/MN	TOTAL CUC	TOTAL MN
AL.K7M-DR20U	PLC MK120, CPU 12 E/D y 8 S/D	1	154	38,50	154,00	38,50
G7F-AD2A	4 E/Analógicas V/I	1	181,5	45,38	181,50	45,38
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	8,06
DI.g7f-da2i	4 S/Analógicas V/I	1	147,88	36,97	147,88	36,97
DI.E-P132X	Convertidor TCP/IP c/ adaptador 220 VAC	1	185,63	46,41	185,63	46,41
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	6	9,46	2,37	56,76	14,19
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	6	6,81	1,70	40,86	10,22
DI.ARO800X0600 X250	Armario de 800x600x250 con placa de montaje.	1	320,12	80,03	320,12	80,03
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	6,34
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	2,44
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	24,85
AL.TNS-217T	tx de nivel 0-4mca. sal.4-20mA	1	752,98	188,25	752,98	188,25
DI.CWM32.11-220V	MAGNETICOS 12A	4	27,4	6,85	109,60	27,40
AL.E-2X1T	cable electrico 2x1mm ²	200	0,7	0,18	140,00	35,00
AL.YCY-2X1T	cable control apantallado 2x1mm ² (rollo 100m)	300	0,81	0,20	243,00	60,75
12.01.043	Cable UTP Cat. 6 Furukawua 105 m	1	74,82	18,71	74,82	18,71
CHC-MANGREF3/4X50	Manguera Ref.3/4 x50 m	2	34,67	8,67	69,34	17,34
Taco.brida.pqte100u	Taco brida plastico paquete 100u	1	2,30	0,58	2,30	0,58
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	1	7,39	1,85	7,39	1,85
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm ²	60	0,47	0,12	28,20	7,05
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm ²	3	1,73	0,43	5,19	1,30
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	0,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	12,16
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	0,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	0,15
13.04.571	Canal estandar 40x25 tramo 2m	2	4,41	1,10	8,82	2,21
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	1,25
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	0,12
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					2754,86	688,72
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					209,74	789,01
TOTAL PCA					3254,84	1572,92

ANEXOS

*

Panel de Control Automático 2. Sala de Maquinas. Produccion de Agua Caliente						
K7M-DR30U	PLC MK120, CPU 18 E/D y 12 S/D	1	206,25	51,56	206,25	51,56
G7F-AD2A	4 E/Analógicas V/I	1	181,50	45,38	181,50	45,38
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	8,06
DI.E-P132X	Convertidor TCP/IP c/ adaptador 220 VAC	1	185,63	46,41	185,63	46,41
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	8	9,46	2,37	75,68	18,92
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	8	6,81	1,70	54,48	13,62
DI.AR0800X0600 X250	Armario de 800x600x250 con placa de montaje.	1	320,12	80,03	320,12	80,03
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	6,34
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	2,44
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	24,85
AL.YCY-2X1T	cable control apantallado 2x1mm ² (rollo 100m)	60	0,81	0,20	48,60	12,15
AL.E-2X1T	cable electrico 2x1mm ²	200	0,70	0,18	140,00	35,00
12.01.043	Cable UTP Cat. 6 Furukawua 105 m	1	74,82	18,71	74,82	18,71
CHC-MANGREF3/4X50	Manguera Ref.3/4 x50 m	2	34,67	8,67	69,34	17,34
Taco.brida.pqte100u	Taco brida plastico paquete 100u	1	2,30	0,58	2,30	0,58
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	2	7,39	1,85	14,78	3,70
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm ²	80	0,47	0,12	37,60	9,40
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm ²	3	1,73	0,43	5,19	1,30
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	0,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	12,16
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	0,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	0,15
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	0,12
V.TR10B-200/050	Termoresist.TR10B(PT-100, 0-100 grados, 4-20 mA)	1	225,21	56,30	225,21	56,30
TU.V-TP-6x200.1/2	termopozo, TW45-F, 200x6,25mm int. ext 14mm. 1/2npt	1	186,81	46,70	186,81	46,70
AL.STC300 0/100T	tx de temp. 0/100 grad. sal. 4-20 mA	2	149,96	37,49	299,92	74,98
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	1,25
DI.S-10/10	presostato SUCCO-0161, rango de 0,5-5 bar	2	78,5	62,05	496,36	64,05
13.04.571	Canal estandar 40x25 tramo 2m	2	4,41	1,10	8,82	2,21
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					2950,49	678,5775
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					190,55	716,82
TOTAL PCA					3431,27643	1490,5927

ANEXOS

*

Panel de Control Automático 3 . Local PGD Principal Mtto.						
K7M-DR30U	PLC MK120, CPU 18 E/D y 12 S/D	1	206,25	51,56	206,25	52,56
G7F-AD2A	4 E/Analógicas V/I	1	181,5	45,38	181,50	46,38
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	9,06
DI.E-P132X	Convertidor TCP/IP c/ adaptador 220 VAC	1	185,63	46,41	185,63	47,41
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	9	9,46	2,37	85,14	11,37
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	9	6,81	1,70	61,29	10,70
DI.AR0800X0600 X250	Armario de 800x600x250 con placa de montaje.	1	320,12	80,03	320,12	81,03
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	5,17
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	3,44
AL.YCY-2X1T	cable control apantallado 2x1mm ² (rollo 100m)	100	0,81	0,20	81,00	100,20
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	25,85
DI.CWM32.11-220V	MAGNETICOS 12A	2	27,4	6,85	54,80	8,85
AL.E 6X1	Cable Electrico de 6x1mm ²	100	1,9	0,48	190,00	100,48
AL.E-2X1T	cable electrico 2x1mm ²	100	0,7	0,18	70,00	100,18
CHC-MANGREF3/4X50	Manguera Ref.3/4 x50 m	2	34,67	8,67	69,34	10,67
Taco.brida.pqte100u	Taco brida plastico paquete 100u	2	2,3	0,58	4,60	2,58
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	2	7,39	1,85	14,78	3,85
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm2	80	0,47	0,12	37,60	80,12
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm2	3	1,73	0,43	5,19	3,43
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	1,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	13,16
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	1,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	1,15
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	2,06
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	2,25
13.04.571	Canal Standard 40x25mm (Tramo de 2 metros)	2	4,41	1,10	8,82	3,10
AL.TNS-217T	tx de nivel 0-4mca. sal.4-20mA	2	752,98	188,25	1505,96	190,25
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					3308,49	918,5225
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					332,16	1249,57
TOTAL PCA					3930,88643	2263,2877

ANEXOS

*

Panel de Control Automático 4. ZONA HABITACIONAL. Local de PAG. Segundo Nivel						
K7M-DR60U	PLC MK120, CPU 36 E/D y 24 S/D	1	321,75	80,44	321,75	80,44
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	8,06
DI.E-P132X	Convertidor TCP/IP c/ adaptador 220 VAC	1	185,63	46,41	185,63	46,41
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	16	9,46	2,37	151,36	37,84
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	16	6,81	1,70	108,96	27,24
DI.AR0600X0400 X250	Armario de 600x400x250 con placa de montaje.	1	179,23	44,81	179,23	44,81
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	6,34
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	2,44
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	24,85
12.01.043	Cable UTP Cat. 6 Furukawua 105 m	1	74,82	18,71	74,82	18,71
CHC-MANGREF3/4X50	Manguera Ref.3/4 x50 m	1	34,67	8,67	34,67	8,67
Taco.brida.pqte100u	Taco brida plastico paquete 100u	1	2,3	0,58	2,30	0,58
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	1	7,39	1,85	7,39	1,85
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm2	80	0,47	0,12	37,60	9,40
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm2	1	1,73	0,43	1,73	0,43
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	0,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	12,16
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	1,25
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	0,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	0,15
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	0,12
13.04.571	Canal estandar 40x25 tramo 2m	2	4,41	1,10	8,82	2,21
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					1340,73	335,1825
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					128,26	482,51
TOTAL PCA					1759,22643	912,8877

ANEXOS

*

Panel de Control Automático 5. Cuarto de Bombas de Llenado de Piscina.						
AL.K7M-DR20U	PLC MK120, CPU 12 E/D y 8 S/D	1	154	38,50	154,00	38,50
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	8,06
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	3	9,46	2,37	28,38	7,10
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	3	6,81	1,70	20,43	5,11
DI.AR0600X0400 X250	Armario de 600x400x250 con placa de montaje.	1	179,23	44,81	179,23	44,81
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	6,34
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	2,44
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	24,85
DI.CWM32.11- 220V	MAGNETICOS 12A	2	27,4	6,85	54,80	13,70
AL.E 6X1	Cable Electrico de 6x1mm ²	10	1,9	0,48	19,00	4,75
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	1	7,39	1,85	7,39	1,85
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm ²	40	0,47	0,12	18,80	4,70
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm ²	3	1,73	0,43	5,19	1,30
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	0,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	12,16
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	0,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	0,15
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	0,12
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	1,25
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					713,69	178,4225
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					108,52	408,25
TOTAL PCA					1112,44643	681,8677

ANEXOS

*

Panel de Control Automático 6 . Closet Electrico Carpeta-Lobby						
AL.K7M-DR20U	PLC MK120, CPU 12 E/D y 8 S/D	1	154	38,50	154,00	38,50
AL.G7E-RTCA	Real Timer Clock MK120	1	32,25	8,06	32,25	8,06
DI.E-P132X	Convertidor TCP/IP c/ adaptador 220 VAC	1	185,63	46,41	185,63	46,41
AL.RMIA21024V DC	Rele Mini-Industrial 2 Ctos. 10A 24Vdc	5	9,46	2,37	47,30	11,83
AL.ZMI2NA	Base de Rele p/montaje en P DIN	5	6,81	1,70	34,05	8,51
DI.AR0600X0400 X250	Armario de 800x600x250 con placa de montaje.	1	320,12	80,03	320,12	80,03
DI.CA-6025/R	canal ranurada 60x25mm. ca-6025/r 2m	2	12,68	3,17	25,36	6,34
P.DIN.2M	Perfil DIN (tira 2 m)	1	9,75	2,44	9,75	2,44
AL.SPD24601	Fuente de Aliment. Monofásica Conmutada	1	99,39	24,85	99,39	24,85
AL.E-2X1T	cable electrico 2x1mm ²	10	0,7	0,18	7,00	1,75
CHC-MANGREF3/4X50	Manguera Ref.3/4 x50 m	1	34,67	8,67	34,67	8,67
Taco.brida.pqte100u	Taco brida plastico paquete 100u	1	2,3	0,58	2,30	0,58
AL.PKE2515	Terminal Preaislado Punt Hueca 2.5 mm 100u	1	7,39	1,85	7,39	1,85
DI.3SUK2.5B	bornera para cable 2,5 mm ²	40	0,47	0,12	18,80	4,70
DI.3SUSLKG3	Bornera V/A p/cable 4 mm ²	3	1,73	0,43	5,19	1,30
304702	breaker 1p 10 a 6 ka m.g.	1	3,59	0,90	3,59	0,90
DI.H07V-K 1X1	Cable 18 AWG negro (rollo 200 m)	1	48,64	12,16	48,64	12,16
500-384	Conector DB-9 hembra	1	1,44	0,36	1,44	0,36
500-348	Conector macho DB-9	1	0,61	0,15	0,61	0,15
13.04.571	Canal estandar 40x25 tramo 2m	2	4,41	1,10	8,82	2,21
GPC-050R	Transformador 220/110V 50 W	1	4,98	1,25	4,98	1,25
500-409	cubierta plástica p/conector db-9	2	0,23	0,06	0,46	0,12
SUB-TOTAL EQUIPAMIENTO					1051,74	262,935
SUB-TOTAL DE SERVICIO FABRICACION DEL PCA, CABLEADO , INSTALACION					290,24	95,20
SUB-TOTAL SERVICIO DE INGENIERIA					112,06	421,54
TOTAL PCA					1454,03643	779,6702