

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

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

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

**“DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO
DEL HOSPITAL UN CANTO A LA VIDA”**

CARLOS ANDRÉS FABARA DÁVILA

SANGOLQUI – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título en ingeniería electrónica titulado “**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA INMÓTICO DEL HOSPITAL UN CANTO A LA VIDA**” fue desarrollado en su totalidad por el señor CARLOS ANDRÉS FABARA DÁVILA.

Atentamente,

Ing. Rodolfo Gordillo
DIRECTOR

Ing. Flavio Pineda
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme el don de vivir y así todos los días luchar por un futuro más próspero, a mis padres, hermana y abuelita por todo el apoyo y confianza que me han brindado, al Ing. Jorge Fabara que me permitió desarrollar el estudio de este proyecto en su empresa brindándome todo su apoyo y transmitiéndome todos sus conocimientos, al Ing. José Estrada por la asesoría brindada para la culminación de este proyecto, a PROCELEC Cia. Ltda. por facilitarme el préstamo de todos los equipos, a los directivos de la Fundación Tierra Nueva que me permitieron desarrollar este estudio para el hospital del Padre Carollo “Un Canto a la Vida”, al Ing. Rodolfo Gordillo e Ing. Flavio Pineda por el tiempo brindado para la revisión y elaboración de este proyecto y a todos mis amigos con los cuales compartí muchos momentos buenos y con los cuales a lo largo de nuestra estancia por la Universidad nos dimos la mano para llegar a culminar con éxito nuestra carrera.

A todos ustedes muchas gracias.

Carlos Andrés Fabara Dávila

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mis padres, Carlos y Geovanna quienes con todo su amor y comprensión han sido mi guía y mi ejemplo a lo largo de toda mi vida, a mi hermana Johanna quien con sus palabras me ha alentado para seguir adelante y especialmente dedico el éxito de la culminación de este proyecto a mi mami Nina que más que mi abuelita es mi segunda madre y la cual ha velado por mi bienestar en todas las etapas de mi vida y se que con la bendición de Dios seguirá velando por mucho tiempo más de mí, siempre les llevaré en mi corazón.

Todos mis éxitos se los dedico a ustedes.

Carlos Andrés Fabara Dávila

PRÓLOGO

En la actualidad nos encontramos en una sociedad que esta en una relación estrecha con las nuevas tecnologías existentes. Así por ejemplo, la utilización de teléfonos públicos con tarjetas inteligentes, la atención al cliente por medio de contestadoras automáticas, uso de lavarropas automáticos, videograbadoras, i-pod's, imágenes simuladas en la televisión las cuales son producidas y animadas por computadora (en avisos publicitarios, video clips, presentación de canales de TV abiertas) y así muchos más, son claros ejemplos de que la tecnología a tomado un realce significativo en el diario vivir de la gente.

La evolución de la tecnología y de los modos de vida, permite hoy prever espacios de uso cotidiano mejores adaptados, tanto en edificios nuevos como en construcciones existentes. Esta posibilidad se debe básicamente al progreso realizado en la electrónica y la nueva concepción de redes externas e internas de comunicación.

Las instalaciones en edificios comprenden una serie de sistemas que van más allá de los sistemas eléctricos como iluminación, fuerza, fuerzas especiales, cámaras de transformación, entre otros, sino que se incluyen sistemas de audio, TV, video, comunicaciones, acondicionamiento de ambientes, computación, seguridad contra intrusos, control de accesos, puertas y persianas automáticas, alarmas contra incendio, etc.

Los constantes cambios y avances en materia científica y tecnológica invaden todos los ámbitos de la sociedad, con el desarrollo de la computación, el perfeccionamiento técnico de los diferentes equipos sensores y actuadores que intervienen en la automatización y las nuevas tecnologías de comunicaciones, ha surgido el concepto de edificaciones inteligentes.

El edificio inteligente es aquél que por si mismo puede crear condiciones personales, ambientales y tecnológicas para incrementar la satisfacción y productividad de sus ocupantes, dentro de un ambiente de máximo confort y seguridad, sumado al ahorro de recursos energéticos a partir del monitoreo y control de los sistemas comunes del edificio, además debe integrarse a su medio ambiente tanto exterior como interior para producir el mínimo impacto, además de aprovechar todos los sistemas pasivos de climatización, ventilación e iluminación en forma natural.

Es por esto que el presente proyecto se enfoca en el diseño de un sistema inmótico que cumpla con criterios de confiabilidad y flexibilidad para integrar los distintos componentes y adaptarse al crecimiento y desarrollo de nuevos servicios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS INMÓTICOS

1.1 Definiciones.....	1
1.1.1 Edificio Automatizado.....	2
1.1.2 Edificio Domótico.....	2
1.1.3 Edificio Inmótico.....	5
1.1.4 Edificio Digital.....	6
1.1.5 Edificio Ecológico.....	7
1.1.6 Edificio Inteligente.....	7
1.2 Características del Sistema Inmótico.....	8
1.2.1 Topología de Red.....	10
1.2.1.1 Topología en Estrella.....	10
1.2.1.2 Topología en Anillo.....	11
1.2.1.3 Topología en Bus.....	12
1.2.1.4 Topología en Árbol.....	13
1.2.2 Tipo de Arquitectura.....	14
1.2.2.1 Sistema de Arquitectura Centralizada.....	14
1.2.2.2 Sistema de Arquitectura Distribuida.....	15
1.2.2.3 Sistema de Arquitectura Descentralizada.....	16
1.2.3 Medio de Transmisión.....	16
1.2.4 Protocolos de Comunicación.....	18
1.2.5 Velocidad de Transmisión.....	19
1.3 Componentes básicos dentro de los Sistemas Inmóticos.....	20
1.3.1 Sensores.....	21
1.3.1.1 Definición.....	21
1.3.1.2 Características.....	22
1.3.1.3 Clasificación.....	22
1.3.2 Actuador.....	24

1.3.2.1 Definición.....	24
1.3.2.2 Clasificación.....	25
1.3.3 Controlador ó Unidad de Control.....	25
1.3.4 Interfaz Hombre-Máquina (HMI).....	26
1.3.5 Acondicionamientos de señales.....	27
1.4 Sistema Inmótico Hospital Un Canto a la Vida.....	27
1.4.1 Antecedentes.....	27
1.4.2 Necesidades.....	28
1.4.3 Consideraciones generales para el Sistema Inmótico del Hospital Un Canto a la Vida.....	29

CAPÍTULO II – PAC (CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE)

2.1 Introducción a los PAC's.....	31
2.1.1 Características de los PAC's.....	33
2.1.2 Desarrollo y beneficios funcionales.....	33
2.1.3 Beneficios financieros.....	35
2.2 El PAC dentro de aplicaciones industriales.....	35
2.3 SNAP-PAC Opto22.....	37
2.3.1 Controlador SNAP-PAC serie R.....	37
2.3.1.1 Descripción.....	37
2.3.1.2 Comunicación Ethernet.....	40
2.3.1.3 Comunicación serial.....	40
2.3.1.4 Rack de montaje de E/S.....	41
2.3.1.5 SNAP E/S.....	41
2.3.1.6 Software.....	43
2.3.1.7 Especificaciones.....	45
2.3.2 Arquitectura del Opto22.....	46
2.3.3 Conexión de redes.....	50
2.3.3.1 Conexión del controlado directamente a la PC.....	50
2.3.3.2 Conexión del consolador usando una red Ethernet existente.....	51
2.3.3.3 Conexión del controlador usando una red independiente.	52

2.3.3.4 Conexión del controlador vía Modem.....	52
2.3.4 Diagramas de la arquitectura de red.....	53
2.3.4.1 Red de control básico.....	53
2.3.4.2 Segmentación de red.....	54
2.3.4.3 Enlace Ethernet redundante.....	55
2.3.5 Opciones de comunicación.....	56
2.3.6 Conectores.....	57
2.3.7 Dimensiones.....	58

CAPÍTULO III – DISEÑO DE HARDWARE DEL SISTEMA INMÓTICO

3.1 Sistema de control de accesos.....	61
3.1.1 Protocolo Wiegand.....	62
3.1.1.1 Transmisión de datos.....	62
3.1.1.2 Interpretación de datos.....	63
3.2 Sistema de Iluminación.....	66
3.3 Monitoreo de Alarmas.....	67
3.4 Hardware de Integración.....	72
3.4.1 Hardware del sistema controlador.....	72
3.4.2 Hardware del sistema de control de accesos.....	74
3.4.3 Hardware del sistema de iluminación.....	76
3.4.4 Hardware del tablero de control y central de alarmas.....	76
3.5 Resumen.....	77
3.6 Descripción de planos.....	78

CAPÍTULO IV – DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA INMÓTICO

4.1 Módulo de control de iluminación interior.....	82
4.2 Módulo de control de iluminación exterior.....	85
4.3 Módulo de control de accesos.....	86
4.4 Módulo de emergencia.....	90
4.5 Módulo de monitoreo de alarmas.....	91
4.6 Módulo de inicio.....	92
4.7 Interfaz Hombre- Máquina (HMI).....	93

4.7.1 Pantalla principal.....	93
4.7.2 Pantalla de control de iluminación.....	94
4.7.3 Pantalla de control de accesos.....	99
4.7.4 Pantalla de central de alarmas.....	102
4.7.5 Pantalla de emergencia.....	104
4.8 Conexión con base de datos.....	106

CAPÍTULO V – PRUEBAS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

5.1 Controlador de automatización programable (PAC).....	109
5.2 Sistema de iluminación.....	109
5.3 Sistema de control de accesos.....	110
5.4 Sistema de monitoreo de alarmas.....	111
5.5 Sistema de emergencia.....	111

CAPÍTULO VI – ASPECTO ECONÓMICO

6.1 Inversión inicial.....	114
6.2 Inversión total.....	116

CAPÍTULO VII – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.....	119
7.2 Recomendaciones.....	121

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
--	------------

ÍNDICE DE FIGURAS.....	125
-------------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS.....	129
------------------------------	------------

GLOSARIO.....	130
----------------------	------------

ANEXOS.....	132
--------------------	------------

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS INMÓTICOS

Con el apareamiento de la microelectrónica y la evolución de disciplinas como las telecomunicaciones, informática, arquitectura y la automática, ha hecho que se produzca una interacción entre ellas llevando al concepto de edificio inteligente. Esto se debe ya que en la actualidad las funciones y necesidades dentro de las viviendas y/o edificios han hecho que los fabricantes creen nueva tecnología que sean capaces de satisfacer todas las necesidades de los usuarios finales. Hoy en día somos espectadores del nacimiento de diferentes sistemas con una gama amplia de cualidades. Estas cualidades son consideradas como factores claves para el desarrollo de todos los sistemas existentes, posibilitando de esta manera conseguir los niveles de automatización demandados. Los factores determinantes dentro de una edificación inteligente y los cuales hay que tomarlos en cuenta al momento de realizar un diseño son: la facilidad de uso, la integración de funciones y la interactividad entre funciones y con el usuario.

1.1 DEFINICIONES

Varias son las definiciones y términos que se han dado a los edificios inteligentes, algunas de ellas difíciles de entender y los cuales han llevado a largas discusiones a nivel mundial. Se podría intentar resumir el gran número de términos actualmente utilizados en español como en otros idiomas para edificaciones inteligentes:

- Casa inteligente (smart house).
- Sistemas domésticos (home systems).
- Automatización de viviendas (home automation).
- Domótica (domotique)
- Inmótica.

- Urbótica.
- Gestión técnica de la vivienda y de los edificios.
- Bioconstrucción.
- Viviendas ecológicas.
- Edificios inteligentes (intelligent buildings), etc.

1.1.1 EDIFICIO AUTOMATIZADO

Cualquier vivienda o edificio que tenga algún tipo de automatismo se lo considera como un Edificio Automatizado. Los tipos de automatismos que se puede encontrar dentro de estas edificaciones son: escaleras eléctricas, calefacción centralizada, control de iluminación, sistemas antiincendio y antirrobo, control de accesos entre otros, ejemplos como estos se los encuentra en grandes centros comerciales, edificios de oficinas, bancos, etc.

En los edificios las primeras funciones que se controlaban eran la climatización, para lograr un grado de confort y el control energético, para conseguir un óptimo consumo dentro de las instalaciones. Luego con el paso de los tiempos, el desarrollo tecnológico y el apareamiento de la electrónica como herramienta fundamental de control se fueron implementando nuevas funciones como el control de humedad, de presión, de caudal de aire, entre otros.

“Un concepto muy relacionado con el edificio automatizado es el de la ecotrónica, que consiste en el uso o servicio que puede hacer toda la automatización electrónica y mecánica para mejorar la calidad de vida de las personas.”[1]

1.1.2 EDIFICIO DOMÓTICO

Domótica es un término utilizado en la actualidad con mucha frecuencia de manera incorrecta para describir a todo tipo de automatización en viviendas o edificios. La domótica está más enfocada a la automatización dentro de viviendas y al mejoramiento de la calidad de vida del usuario.

La palabra domótica proviene de la unión de la palabra “domo” y el sufijo “tica”. La palabra “domo” etimológicamente proviene del latín domus que significa casa, y el sufijo “tica” proviene de la palabra automática, aunque algunos autores también diferencian entre “tic” de tecnologías de la información y de la comunicación y “a” de automatización.[2]

La Domótica se la realiza con el objetivo de proporcionar a los usuarios un mayor grado de confort, ahorro energético, protección patrimonial y facilidad de comunicación.

Dentro de la vivienda se pueden realizar una variedad de implementaciones para que se cumpla con los objetivos que implica la Domótica y estos pueden ser:

En el ámbito del nivel de confort:

- Iluminación
 - Apagado general de todas las luces de la edificación.
 - Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz.
 - Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente.
- Automatización de todos los distintos sistemas/ instalaciones / equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo.
- Integración del portero al teléfono, o del videoportero al televisor.
- Control vía Internet.
- Generación de macros y programas de forma sencilla por parte del usuario.

En el ámbito del ahorro energético:

- Climatización: programación y zonificación
- Gestión eléctrica
 - Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado. Reduce la potencia contratada.

- Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida.
- Uso de energías renovables

En el ámbito de la protección patrimonial:

- Simulación de presencia.
- Detección de conatos de incendio, fugas de gas, escapes de agua.
- Alerta médica. Teleasistencia.
- Cerramiento de persianas puntual y seguro.

En el ámbito de las comunicaciones:

- Control tanto externo como interno, control remoto desde Internet, PC, mandos inalámbricos (p.ej. PDA con WiFi).
- Transmisión de alarmas.
- Intercomunicaciones.

Se podría decir que la domótica es el conjunto de técnicas utilizadas para realizar una automatización dentro de viviendas, teniendo en cuenta los sistemas a gestionar y la información que se desea recibir y transmitir.

Por lo tanto se define a la domótica como: “La incorporación al equipamiento de nuestras viviendas y edificios de una sencilla tecnología que permita gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y confortable para el usuario los distintos aparatos e instalaciones domésticas tradicionales que conforman una vivienda (la calefacción, la lavadora, la iluminación, etc.)”. [3]

La Asociación de Domótica e Inmótica Avanzada (AIDA) define la domótica como “la integración en los servicios e instalaciones residenciales de toda tecnología que permita una gestión energéticamente eficiente, remota, confortable y segura, posibilitando una comunicación entre todos ellos”. [4]

1.1.3 EDIFICIO INMÓTICO

Es un término desconocido, que se lo utiliza para referirse a automatizaciones en grandes edificios. Se manejan los mismos conceptos y definiciones que la domótica, pero en este tipo de automatización además de tomar en cuenta aspectos para mejorar la calidad de vida, se toman aspectos para mejorar la calidad de trabajo. La inmótica se la aplica a lugares como: hoteles, museos, edificios de oficinas, bancos, hospitales, etc.

Para el diseño de sistemas inmóticos lo más importante es determinar que sistemas que se encuentran dentro de la edificación se quieren gestionar automáticamente, cuándo y cómo, para de esta manera ver el sistema que más se adapte a las necesidades del usuario. Cabe tener en cuenta que dentro de la mayoría de edificaciones se encuentran subsistemas aislados como pueden ser: Control de Accesos, CCTV (circuito cerrado de televisión), Control de Incendios, Central de Alarmas, entre otros. El objetivo principal que tiene la Inmótica es la de unificar los diferentes subsistemas que se encuentran dentro de la edificación en uno solo llamado SISTEMA INMÓTICO y el cual llegaría a ser el cerebro de todo el Edificio, donde se procese toda la información requerida para realizar un control.

Se puede definir a la inmótica como “La incorporación al equipamiento de edificios singulares o privilegiados, comprendidos en el mercado terciario e industrial, de sistemas de gestión técnica automatizada de las instalaciones”. [5]

Un término equivalente a la Inmótica es la Gestión Técnica del Edificio, y no es más que la gestión eficiente de todas las instalaciones de la edificación desde su instalación hasta su funcionamiento aplicando técnicas propias de la domótica.

En la actualidad se tiende a hablar de sistemas domóticos tanto para viviendas como edificios, siendo esto un grave error. El término apropiado para hablar de automatización en grandes edificaciones es la Inmótica a pesar de que se utilicen los mismos criterios de diseño que la domótica.

1.1.4 EDIFICIO DIGITAL

Se puede decir que el edificio digital es el hogar del futuro donde se unificarán los servicios de entretenimiento, comunicaciones y la misma infraestructura. En este tipo de edificio la comunicación por redes de banda ancha es la característica primordial, permitiendo de esta manera formar lo que se conoce como Home Networks.

El hogar digital o Home Networking no viene a ser más que la tradicional red de datos instalada habitualmente en un hogar (ordenadores, impresoras, etc) acoplada o unificada a nuevas redes de aplicaciones, como pueden ser redes de entretenimiento y las mismas comunicaciones dentro del hogar. Las redes domóticas pueden ser integradas a este tipo de edificaciones compartiendo o no el mismo medio de transmisión. Las Home Networking abarcan diferentes redes físicas como pueden ser la red de datos, la red multimedia y la misma red domótica además de contar con elementos y equipamientos que permitan el acceso a los diferentes servicios que se implementen dentro del hogar.

En el siguiente gráfico se puede observar una idea de lo trata de abarcar el hogar digital.

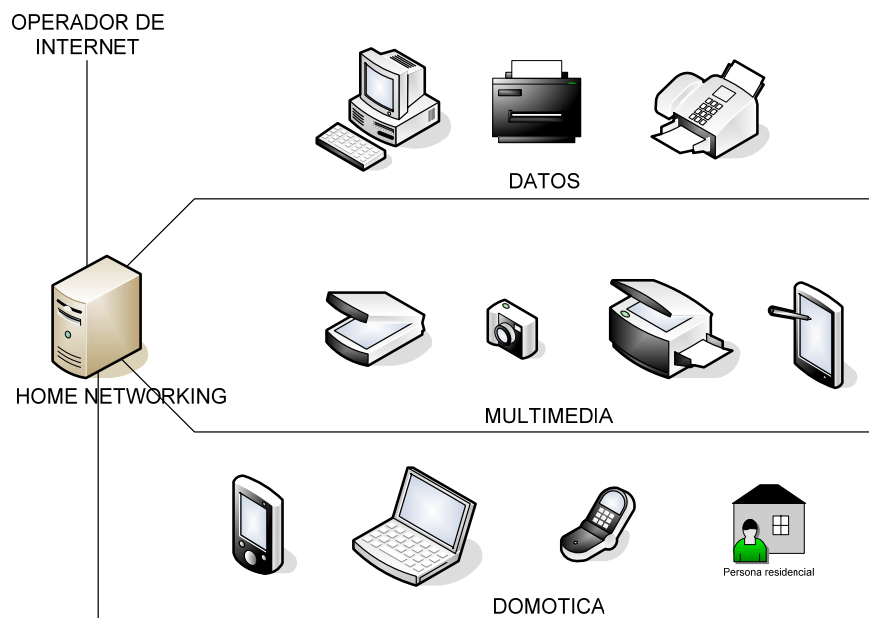


Figura 1.1 EDIFICIO DIGITAL. Sistemas que se integran al Home Networking

1.1.5 EDIFICIO ECOLÓGICO

Un edificio ecológico es aquel que se integra a la naturaleza sin afectar su entorno aprovechando los recursos del lugar, esto quiere decir que para su construcción se deben tomar en cuenta aspectos como los de la optimización de los recursos energéticos y de los materiales de construcción (conservación, mantenimiento y reciclaje).

Un término muy utilizado dentro de la construcción de este tipo de edificaciones es el de la bioconstrucción, que no es más que un proceso que se sigue para conseguir que una edificación se la considere ecológica. Este proceso abarca amplios aspectos como un exhaustivo análisis del terreno donde se construirá, estudio geobiológico, correcta elección de materiales, pintura ecológica, técnicas de ahorro energético, racionalización del espacio, utilización de energía renovables, entre otras. En otras palabras lo que nos permite la bioconstrucción es poder añadir a los aspectos técnicos dentro de la vivienda confort biológico y salubridad.

1.1.6 EDIFICIO INTELIGENTE

El concepto de Edificio Inteligente gira en alrededor de los principios de diseño interdisciplinario, flexibilidad, integración de servicios, administración eficiente y mantenimiento preventivo. Entonces a un edificio inteligente se lo puede definir como aquella edificación que desde su diseño hasta la ocupación por el usuario final, centra su objetivo en el ahorro de energía y recursos.

El diseño de este tipo de edificaciones debe incorporar características como la flexibilidad para permitir la integración de nuevas tecnologías que se vayan desarrollando, además de permitir una redistribución física de sus instalaciones. Otras características primordiales son la seguridad y la operación del sistema, las cuales permiten que el sistema de la confiabilidad requerida por los usuarios para realizar mantenimientos preventivos dentro de la edificación.

Hay que diferenciar claramente entre edificios inteligentes y domótica e inmótica, ya que tienden a utilizarse indistintamente. Los términos domótica e inmótica puede incluirse dentro de edificios inteligentes, pero estos pueden además tener en cuenta más factores además de la automatización del edificio, como la ecología, la inteligencia artificial, la computación ubicua, etc. En cambio, los edificios que sólo poseen instalaciones como climatización, seguridad, ascensores, etc., no son inteligentes sino sólo automatizados.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA INMÓTICO

Las principales características que debe tener un sistema inmótico son las siguientes:

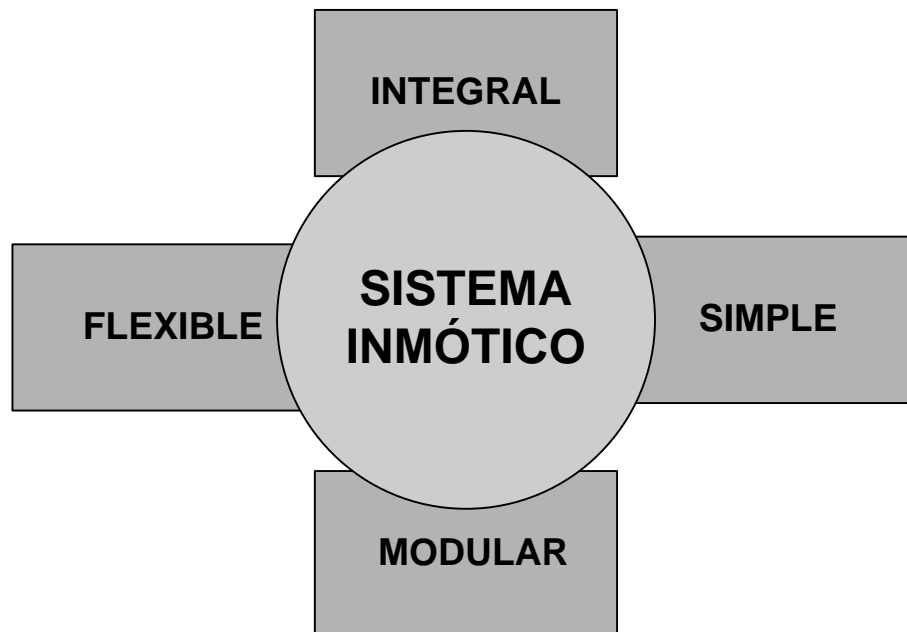


Figura 1.2 Características principales que sustentan un sistema Inmótico

Integral. El sistema inmótico debe ser integral, esto quiere decir que debe existir una comunicación entre los subsistemas existentes dentro de la edificación para el intercambio de información, en otras palabras todo subsistema aislado debe ser capaz de integrarse al sistema inmótico para ser controlado.

Simple. El sistema inmótico debe ser simple y fácil de utilizar para los usuarios finales, de esta manera el sistema será acogido de una buena forma, además la interfaz HMI debe ser sencilla e intuitiva para que el usuario u operador maneje sin ningún problema el sistema.

Flexible. El sistema inmótico debe ser desarrollado de manera que cuando las necesidades del sistema aumenten, el sistema permita la integración de nuevos dispositivos sin que represente un costo elevado ni un esfuerzo grande.

Modular. El sistema inmótico debe ser modular, para de esta manera permitir la fácil ampliación de nuevos servicios dentro de la edificación cuando se los requiera, además que con un sistema modular se puede evitar fallos que afecten a todo el edificio.

Además de estas 4 características antes descritas que se podría decir son los pilares fundamentales para el desarrollo de un Sistema Inmótico, existen características más específicas para el diseño de un sistema inmótico en las cuales se toma en cuenta el punto de vista del usuario final y el punto de vista del diseñador.

Desde el punto de vista del usuario final las características del sistema inmótico pueden ser variadas dependiendo del tipo de usuario y de las necesidades que tengan los usuarios dentro de la edificación, algunas de estas características podrían ser:

- Facilidad de ampliación e incorporación de nuevas funciones.
- Posibilidad de preinstalación del sistema inmótico en la fase de construcción.
- Facilidad y simplicidad de uso.
- Que el sistema inmótico tenga variedad de elementos de control.
- Control remoto desde fuera y dentro de la edificación, etc.

Desde el punto de vista técnico las características que se deben tomar en cuenta al momento de desarrollar un sistema inmótico son las siguientes:

- Topología de red.

- Tipo de arquitectura.
- Medios de transmisión.
- Protocolos de comunicación.
- Velocidad de transmisión.

1.2.1 TOPOLOGÍA DE RED

La topología de red no es más que la distribución física o conexión de todos los elementos (unidades de control, sensores, actuadores) que se encuentran en una instalación inmótica respecto al medio de comunicación (cable) y es esta característica la primordial para elaborar un diseño que posibilite la conexión de los diferentes componentes dentro de la edificación.

Los distintos tipos de topología y los más comunes son:

- Topología en estrella.
- Topología en anillo.
- Topología en bus.
- Topología en árbol.

1.2.1.1 TOPOLOGÍA EN ESTRELLA

En esta topología los dispositivos (sensores, actuadores) están conectados a un elemento principal (unidad de control). Este tipo de topología tiene facilidad en la instalación de un nuevo dispositivo y cuando se produce algún fallo en cualquier dispositivo no afecta a todo el sistema en general. La desventajas de esta topología es que si el elemento principal falla colapsa todo el sistema, para la conexión de los dispositivos se necesita gran cantidad de cableado y toda la información se almacena en el elemento principal produciéndose un cuello de botella lo cual provoca una disminución en la capacidad de procesamiento.

En la figura se puede observar un esquema básico de este tipo de topología.

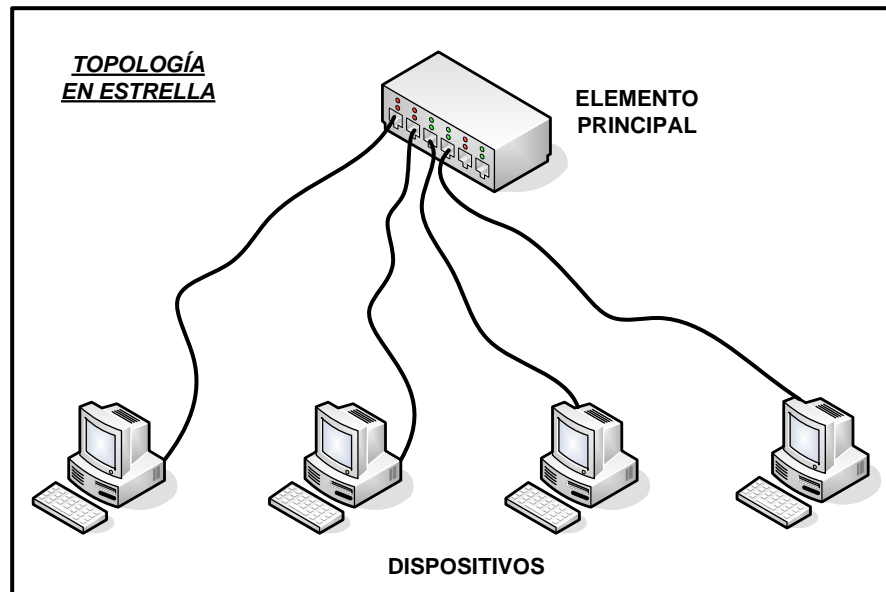


Figura 1.3 Topología de red en estrella

1.2.1.2 TOPOLOGÍA EN ANILLO

En esta topología todos los dispositivos pertenecientes al sistema inmótico se interconectan entre sí formando un anillo. Aquí existe un paso de información entre cada uno de los dispositivos. Tiene como ventajas que existe un menor cableado y el control se lo realiza de una manera fácil y sencilla. La desventaja es que si se produce un fallo en cualquier dispositivo falla todo el sistema, y si se quiere aumentar dispositivos al sistema toca paralizar todo el funcionamiento del mismo.

En la figura se observa un esquema básico de este tipo de topología.

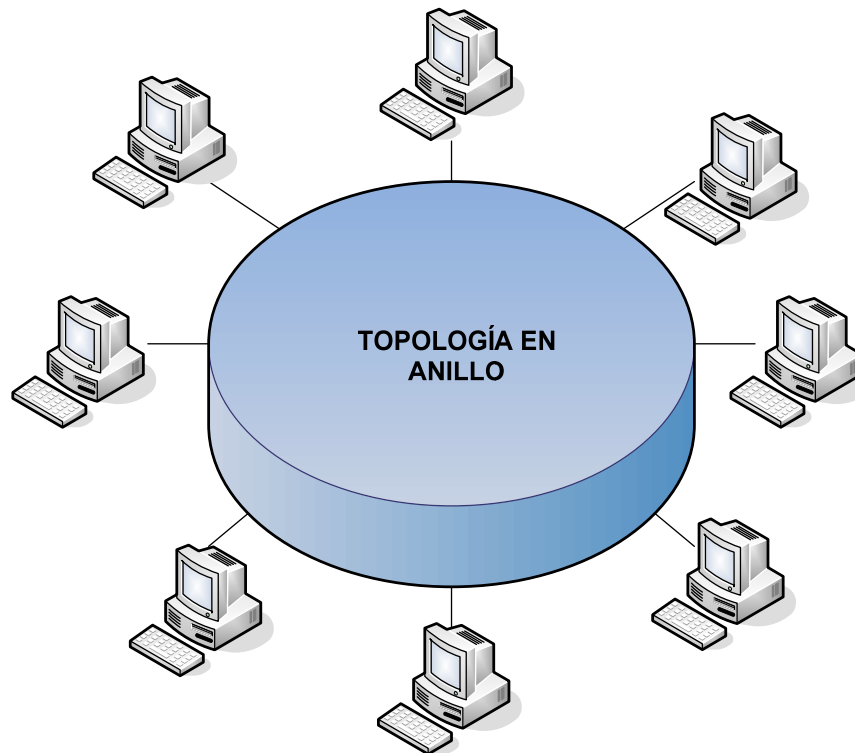


Figura 1.4 Topología de red en anillo

1.2.1.3 TOPOLOGÍA EN BUS

En este tipo de topología todos los dispositivos están conectados mediante una misma línea o bus de comunicaciones, permitiendo de esta manera que todos los dispositivos envíen y reciban información de los demás dispositivos. Cada dispositivo cuenta con su propia dirección lo cual permite ser identificado fácilmente dentro del sistema. Como ventajas en este tipo de topología se puede resaltar la facilidad que existe para añadir y eliminar dispositivos a la red, además de que un error en algún dispositivo no afecta al funcionamiento total del sistema y la velocidad de transmisión de los datos es muy elevada. Como desventajas en este tipo de topología se encuentra que los dispositivos pertenecientes a este tipo de red deben tener un cierto grado de inteligencia para manejar la información, además que el sistema debe tener mecanismos de control que no permitan que más de dos dispositivos accedan en forma simultánea a la red.

En la figura se observa un esquema básico de este tipo de topología.

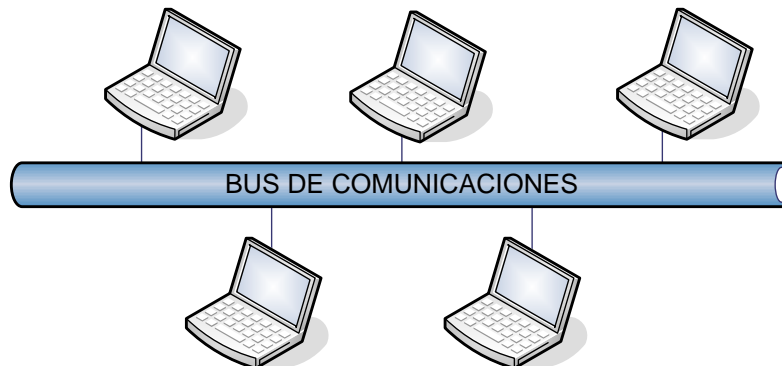


Figura 1.5 Topología de red en bus

1.2.1.4 TOPOLOGÍA EN ÁRBOL

Se puede decir que esta topología es la unión de varias topologías tipo estrella, en la que se establece una jerarquía entre todos los dispositivos del sistema. A diferencia de la topología en estrella donde existe un elemento principal, en la topología en bus no existe un elemento principal de interconexión mas bien existen un nodo de enlace troncal el cual puede ser un hub o switch y en el cual van conectados todos los dispositivos. Las ventajas y desventajas son las mismas que se producen en la topología en estrella.

En la figura 1.6 se observa un esquema básico de este tipo de topología.

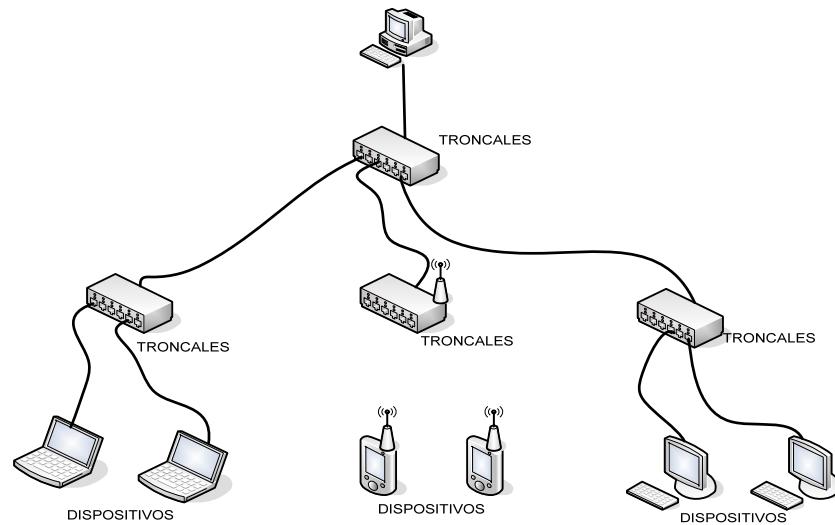


Figura 1.6 Topología de red en árbol

1.2.2 TIPO DE ARQUITECTURA

La arquitectura dentro de un sistema inmótico no es más que el modo en que deben ir conectados todos los dispositivos dentro de la edificación. Todas estas técnicas se las ha ido mejorando con el desarrollo de la tecnológica y la evolución de la microelectrónica. Un sistema inmótico puede tener los siguientes tipos de arquitecturas:

- Sistema de arquitectura centralizada.
- Sistema de arquitectura distribuida.
- Sistema de arquitectura descentralizada.

1.2.2.1 SISTEMA DE ARQUITECTURA CENTRALIZADA

En este tipo de sistema existe un controlador principal en donde se encuentran conectados todos los dispositivos sensores y actuadores. Todos los dispositivos sensores recogen toda la información de todo el edificio y lo envían al controlador principal en donde este se encarga de tomar decisiones enviando información a los dispositivos actuadores para que las realicen. El controlador principal pasa a ser el cerebro de todo el sistema inmótico del edificio, y ante

una falla de este todo el sistema colapsa. Este tipo de sistema tiene un costo menor ya que solo utiliza un controlador para todo el sistema.

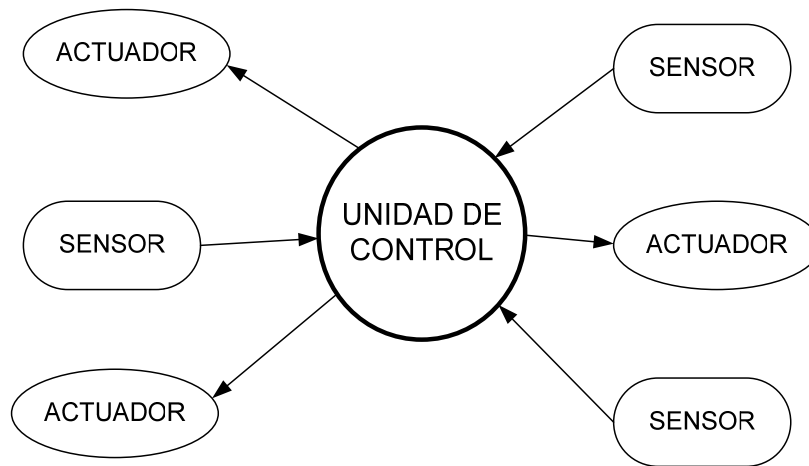


Figura 1.7 Arquitectura centralizada

1.2.2.2 SISTEMA DE ARQUITECTURA DISTRIBUIDA

En este tipo de sistema existen varios controladores cerca de los dispositivos sensores y actuadores existentes dentro de la edificación. Esta arquitectura presenta algunas ventajas respecto a la arquitectura centralizada expuesta anteriormente, pues la tarea del control se reparte convenientemente entre diferentes elementos de control. Esto trae como consecuencia que el cableado se reduce enormemente. La unión entre las diferentes unidades de control se puede hacer empleando alguno de los medios físicos existentes. En esta arquitectura se permite la interrelación de sensores y actuadores asignados a diferentes elementos de control. Por lo tanto, a diferencia de la arquitectura centralizada, si existe algún fallo en alguna de las unidades de control que conforman la arquitectura distribuida, éste sólo va a afectar a los elementos que tenga unidos a su módulo y por tanto podrá seguir funcionando el sistema. La principal desventaja es que las unidades de control son varias y por tanto el coste debería de ser más alto ya que se están multiplicando elementos de control y comunicaciones en las mismas.

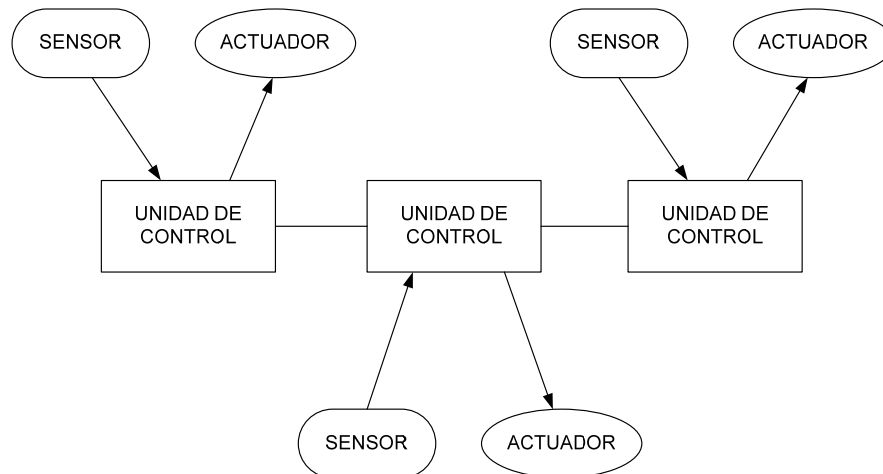


Figura 1.8 Arquitectura distribuida

1.2.2.3 SISTEMA DE ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA

En este tipo de sistema todos los dispositivos sensores y actuadores poseen inteligencia, esto quiere decir que trabajan independientemente. Pero a pesar de esta independencia la comunicación se la hace a través de un bus compartido. Esta arquitectura esta basada en una o varias unidad de control al igual que unidades receptoras y actuadoras.

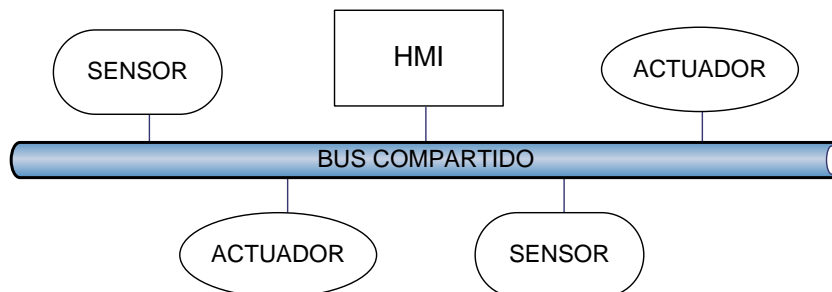


Figura 1.9 Arquitectura descentralizada

1.2.3 MEDIO DE TRANSMISIÓN

Los dispositivos dentro de un sistema deben intercambiar información y esto se lo realiza por medio de un nivel físico conocido como medio de transmisión. Este medio de transmisión puede ser cableado o inalámbrico.

Los medios de transmisión por cable son lo que utilizan físicamente el cable para enviar o recibir datos, estos pueden ser:

- Cableado dedicado, el cual es fácil de realizarlo y económico y permite realizar grandes redes de equipos.
- Par trenzado, el cual viene de usos industriales y posee una gran seguridad de transmisión.
- Cable coaxial, utilizado en el envío de señales de video, bastante utilizado. Es inmune a interferencias pero muy rígido para la instalación.
- Red eléctrica instalada, no se necesita instalación adicional de cableado, pero nos ofrece poca seguridad y velocidad en la transmisión de datos.
- Fibra óptica, utilizada para mandar gran cantidad de información.

Los medios de transmisión sin cable a través de la radio frecuencia son los que utilizan como medio físico el aire para la transmisión de información, estos pueden ser:

- Bluetooth. V1 y 2. Bastante extendido. No es un estándar y tiene velocidad de transmisión media.
- IEEE 802.11b (WiFi) Bastante extendido. Es un estándar, admiten velocidades altas de transmisión.
- IEEE 802.11g Poco extendido Altísimas velocidades de transmisión en frecuencia estándar.
- IEEE 802.15.4 (ZigBee) Poco extendido. Es un estándar, velocidades de transmisión bajas, pensado para dispositivos de gestión de edificios.
- IEEE 802.16 a, b, c (WirelessMAN) Poca Implantación. Se la usa para realizar redes inalámbricas metropolitanas y redes entre edificio

	Par trenzado	Cable coaxial	Red eléctrica	Fibra óptica	Infrarrojos	Radio Frecuencia	Ultrasonidos
Costo	Bajo	Muy elevado	Ninguno	Elevado	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Tipo de señal	Análoga. Digital (<10mbps,50m), Tv comprimida	Análoga, digital, Tv	Análoga, digital	Análoga, digital, Tv	Análoga, digital (depende de la potencia de Tx y Rx)	Análoga, digital	Análoga, digital (poca capacidad)
Ventajas	Económico, fácil manejo, seguro	Muy fiable, posible su multiplexación, transmite señales de video	Instalación en casas ya construidas	Gran Capacidad, insensible a las interferencias	Sin soporte	Sin soporte, atraviesa paredes	Sin soporte
Desventajas	Soporta mal las señales de video	Costo para la instalación en dinero y tiempo	La transmisión no es segura, necesidad de filtros y de una interfaz por corrientes portadoras	Cara, instalación difícil, no transmite alimentación, interfaz optoelectrónica.	Restringido a una sola habitación, necesidad de emisor y receptor, espacio de uso limitado	Poco fiable, sensible a interferencias, necesidad de emisor y receptor	Poco fiable, poco caudal, necesidad de emisor y receptor, restringido a una sola habitación
Tx. de señales de control	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible	Posible
Tx. de sonido	Posible	Posible	Posible	Posible	Técnicamente difícil	Posible	Técnicamente difícil
Tx. de imagen	Técnicamente difícil	Posible	Imposible	Posible	Técnicamente difícil	Técnicamente difícil	Técnicamente difícil
Tx. de energía	Posible	Imposible	Posible	Técnicamente difícil	Imposible	Imposible	Imposible

Tabla 1.1 Relación entre medios de transmisión [6]

1.2.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son la parte fundamental dentro de un sistema inmótico, pues mediante los protocolos se comunican entre sí los diferentes dispositivos de control que se encuentren formando el sistema inmótico. Entonces se puede decir que el protocolo de comunicaciones es la vía o el medio mediante el cual se interconectan dos o más dispositivos controladores para generar información dentro de un establecimiento. En otras palabras es el lenguaje que se ocupa para recibir o enviar información de un lugar a otro.

Existen dos tipos de protocolos de comunicación, los estándar y los propietarios.

Los protocolos estándar son aquellos que tienen libre acceso para el público y por lo general están auspiciados por empresas desarrolladoras de software. Este tipo de protocolos sirve para crear dispositivos de control compatibles entre varias empresas y así implementar un sistema inmótico con variedad de dispositivos (sensores, actuadores) siendo el mayor beneficiado el usuario final ya que tiene la posibilidad de abaratar costos y tener una gama más amplia de dispositivos para elegir.

Los protocolos propietarios son desarrollados por una empresa y estos a diferencia de los anteriormente descritos no se pueden comunicar con otros dispositivos de otras marcas, ya que utilizan protocolos propios del fabricante y sus codificaciones no son accesibles para el público en general. Son más económicos que los protocolos estándar, pero con una desventaja significativa la cual es que si por cualquier razón la empresa la cual desarrolla estos dispositivos desaparece, todos los sistemas que cuenten con estos dispositivos cuando sufran algún daño no podrán ser reparados por falta de repuestos.

1.2.5 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

Es la velocidad con la que la información es transmitida de un dispositivo a otro dentro de una red. Los principales factores que afectan a la velocidad de transmisión son el medio por el cual se transmite y el protocolo con el cual se están comunicando. Los sistemas inmóticos se

pueden diseñar para utilizar un único protocolo de comunicaciones con diferentes medios de transmisión, teniendo en cuenta que la velocidad de transmisión esta dada por el medio de transmisión mas no por le protocolo por el cual se están comunicando.

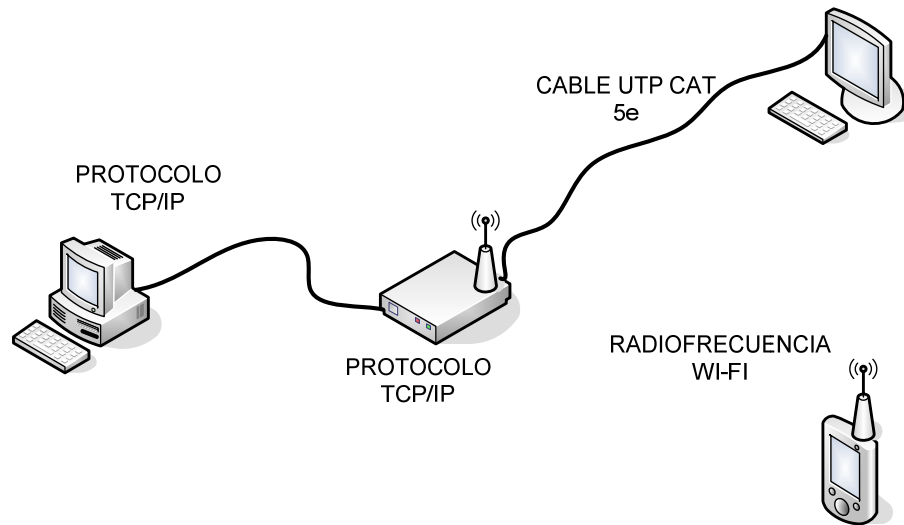


Figura 1.10 Ejemplo de transmisión de datos, utilizando un mismo protocolo y diferentes medios de transmisión.

1.3 COMPONENTES BÁSICOS DENTRO DE LOS SISTEMAS INMÓTICOS

Los sistemas inmóticos no son más que sistemas de control que tratan de unificar los subsistemas existentes o que se quieren implementar dentro de las edificaciones. Para esto existen componentes básicos dentro de la infraestructura inmótica los cuales son: sensores, actuadores, controlador, la HMI y la interfaz. Cada uno de estos componentes cumple con tareas específicas dentro del sistema inmótico que se las resume a continuación.

- Sensores: son los ojos del sistema y dicen lo que esta sucediendo dentro y fuera de la edificación.
- Controlador: es el cerebro del sistema, y es el que toma las decisiones para realizar alguna tarea.
- Actuadores: son los brazos del sistema, y son los que reciben las órdenes del controlador para realizar alguna tarea en específico.

- HMI: No es más que el enlace entre el operador y la máquina para de esta manera dotar al sistema de un grado de confort y así realizar las tareas dentro de la edificación de una manera rápida y sencilla, consiguiendo optimizar el funcionamiento de cada uno de los subsistemas que se encuentran dentro de la edificación.
- Acondicionamiento de señales: es el componente que permite el acoplamiento de la señal de control de la unidad controladora al actuador.

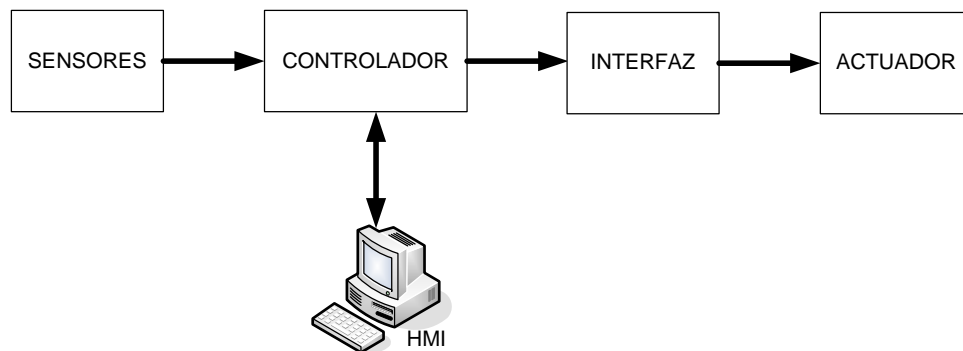


Figura 1.11 Diagrama de bloques general de un sistema inmótico

1.3.1 SENSORES

1.3.1.1 DEFINICIÓN

Los sensores son dispositivos electrónicos capaces de convertir magnitudes físicas, químicas, biológicas, etc., en magnitudes eléctricas. En otras palabras los sensores se encargan de convertir una clase de energía en otra para proporcionar al controlador la información adecuada para que este realice el control del sistema.

Un sistema inmótico debe contar con sensores que le permitan saber que es lo que esta sucediendo en la edificación, permitiéndole de esta manera al controlador obtener toda la información necesaria para gestionar de una manera eficaz todos los procesos dentro de la edificación. Sensores habituales dentro de los edificios son los de temperatura, humedad, presencia, iluminación, entre otros.

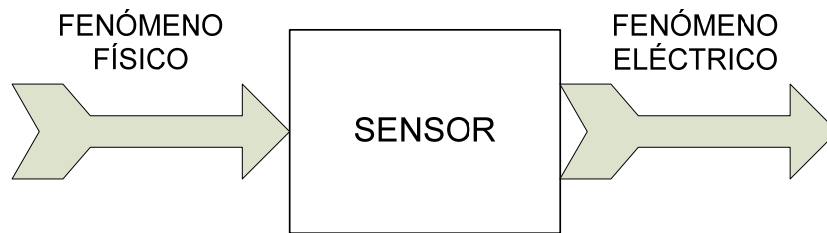


Figura 1.12 Funcionamiento de un sensor

1.3.1.2 CARACTERÍSTICAS

Las características que se debe tener en cuenta para la elección de un sensor son las siguientes:

- ✓ Amplitud: que es la diferencia que existe entre los límites de medida de la variable.
- ✓ Calibración: es el patrón de la variable medida que es aplicada mientras se observa la señal de salida.
- ✓ Error: es la diferencia obtenida entre el valor medido y el valor real.
- ✓ Fiabilidad: es la probabilidad de que no exista ningún error.
- ✓ Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- ✓ Rapidez de respuesta: tiempo en el que el sensor se demora en enviar la señal.
- ✓ Temperatura a la que trabaja el sensor.

1.3.1.3 CLASIFICACIÓN

En la actualidad existen una gran cantidad de sensores en el mercado, para satisfacer todas las necesidades dentro y fuera de la industria y los cuales han sido agrupados de acuerdo a determinados criterios de clasificación los cuales son:

- Según su alimentación: pueden ser activos y pasivos
 - Activos: que necesitan de alimentación eléctrica.
 - Pasivos: no necesitan alimentación eléctrica.
- Según el tipo de señal implicada: pueden ser continuos y discretos.
- Según al ámbito de aplicación.

Para el diseño de sistemas inmóticos al momento de hacer la elección de los sensores a utilizar se debe tener en cuenta el ámbito de aplicación en el que se quiere utilizar. Algunos ejemplos se puede observar en la siguiente tabla.

Tipo	Según al ámbito de aplicación
Gestión climática	Sensores de temperatura (resistivos, semiconductores, termopares..), termostatos, sondas de temperatura para inmersión, para conductos, para tuberías, sensores de humedad, sensores de presión, etc.
Gestión contra incendios	Sensores iónicos, termovelocímetros, sensores ópticos, infrarrojos, de barrera óptica, sensores óticos de humo, de dilatación, etc,
Gestión contra intrusión/robo	Sensores de presencia por infrarrojo, por microondas o por ultrasonidos, sensores de apertura de puertas o ventanas, sensores de rotura de cristales, sensores microfónicos, sensores de alfombra pisada, etc.
Control de presencia	Lector de teclado, lector de tarjetas, identificadores corporales (biométricos).
Control de iluminación	Sensor de luminosidad
Otros sistemas	Sensores de lluvia, de viento, de CO, de gas, de inundación, de consumo eléctrico, de consumo de agua, de nivel de depósitos.

Tabla 1.2 Clasificación de los sensores[6]

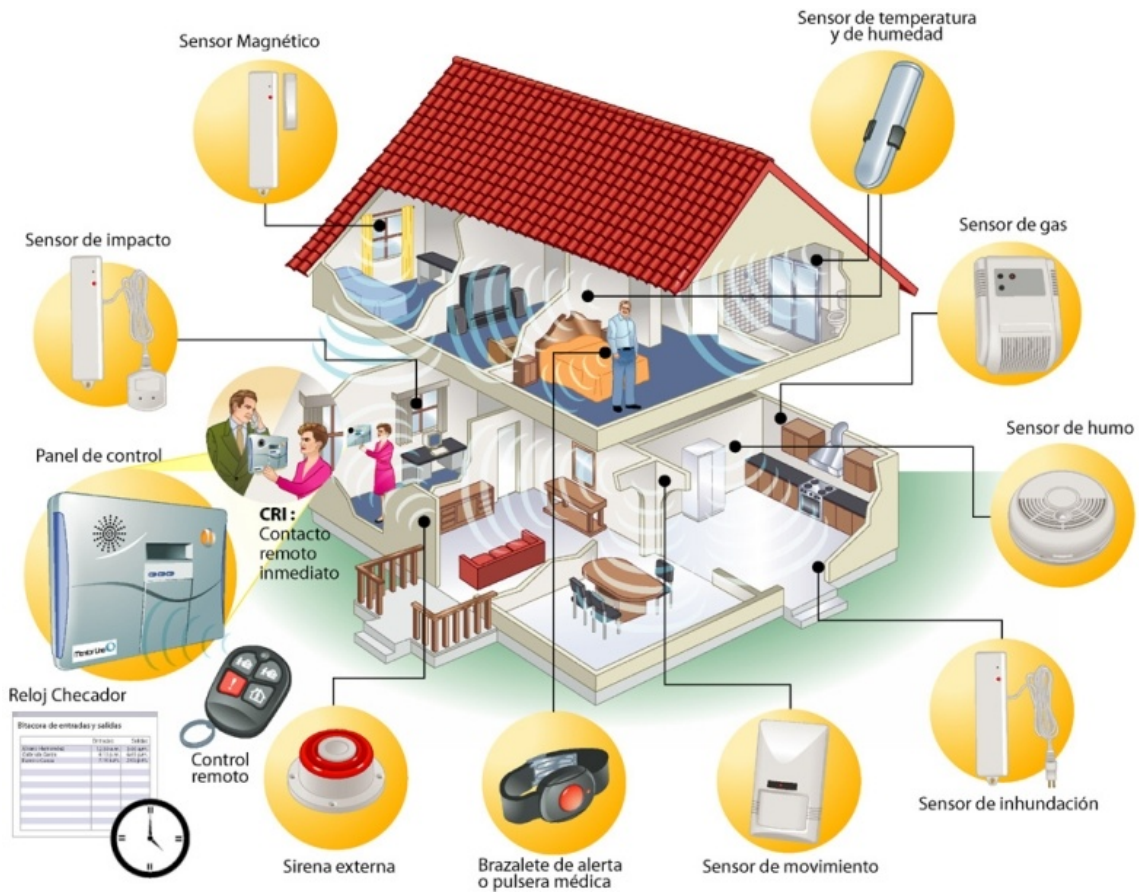


Figura 1.13 Ejemplo de sensores en un sistema Domótico e Inmótico

1.3.2 ACTUADORES

1.3.2.1 DEFINICIÓN

Son dispositivos electromecánicos los cuales tienen incidencia directa sobre el medio exterior y los cuales afectan físicamente al edificio. Esto quiere decir que son los que actúan de manera física sobre los sistemas que se están gestionando dentro del sistema inmótico.

Los actuadores se podría decir que realizan el proceso inverso de los sensores.

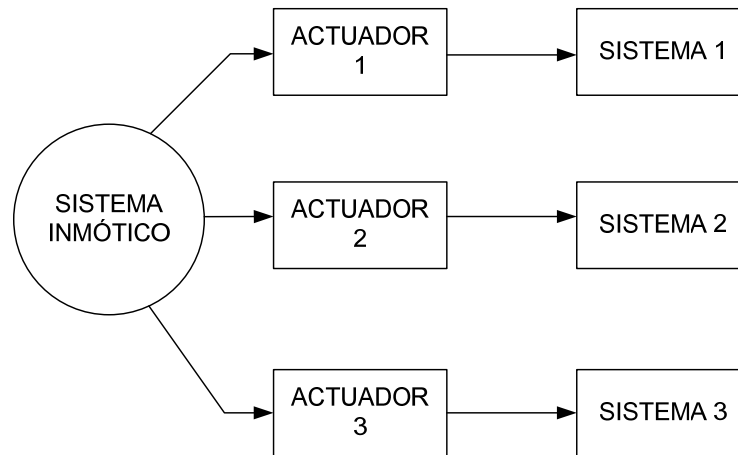


Figura 1.14 Diagrama de bloques general de los actuadores en un sistema inmótico

1.3.2.2 CLASIFICACIÓN

Los actuadores se los puede clasificar en tres grupos diferenciados según su constitución y estas son:

- Electromecánicos (electroválvulas, motores, relés, contactores, bobinas, cerraduras eléctricas).
- Acústicos (sirenas, altavoces)
- Luminosos (lámparas, paneles, monitores)

Los elementos más utilizado dentro de lo sistemas inmóticos son los relés, ya que estos permiten conmutar circuitos de alta potencia con señales de baja potencia. Los contactores son similares a los relés sino que permiten trabajar con cargas de mayor potencia y al igual que los relés son de mucha utilidad dentro de las edificaciones.

1.3.3 CONTROLADOR ó UNIDAD DE CONTROL

El controlador es el dispositivo principal dentro del sistema inmótico, ya que este actúa como el cerebro de todo el edificio. Este es el encargado de tomar decisiones dentro de la

edificación. Al controlador llegan todas las señales provenientes de los sensores, este las procesa y manda señales a los actuadores para que estos realicen una función en específico (Ver figura 11). En el controlador se encuentran algoritmos escritos en un lenguaje de programación el cual depende del controlador que se utilice. El programa que se encuentre corriendo dentro del controlador será el encargado de enviar señales para que los actuadores funcionen de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

El controlador dentro de una edificación puede ser de múltiples opciones dependiendo por una parte las necesidades y por otra la parte financiera. Se pueden utilizar como controladores de sistemas inmóticos, controladores propios de automatización de edificios, PC's, microcontroladores, PLC's o lo que en la actualidad esta tomando un gran realce los PAC's (controladores de automatización programables).

El controlador o la unidad de control debe tener la capacidad de manejar todo tipo de señal y comunicaciones como por ejemplo: E/S digitales, E/S analógicas, comunicación serial, entre otras.

1.3.4 INTERFAZ HOMBRE – MÁQUINA (HMI)

Dentro de un sistema inmótico la creación de una HMI es importante porque de esta manera se puede visualizar mediante un computador todo lo que esta sucediendo en toda la edificación.

Una HMI aumenta el confort y hace que el trabajo del operario sea más eficiente, pues con esta interfaz el operador sabe lo que esta sucediendo en tiempo real en el edificio, lo cual permitirá tomar decisiones preventivas y/o correctivas. Además debe ser sencilla, intuitiva y amigable para que el usuario pueda utilizarla desde el primer momento sin ningún problema.

El control y monitoreo de todo lo que sucede dentro del edificio se lo hace a través de un computador que puede estar ubicado local o remotamente y en el cual se encuentre cargado la respectiva HMI.

1.3.5 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

Es un punto muy importante a tomar en cuenta dentro de la implementación de sistemas inmóticos ya que las señales que salen del controlador ya sean digitales o analógicas por lo general no son compatibles con las señales de activación de los actuadores. Es en esta etapa en la que las señales de baja potencia enviadas por el controlador se les acopla mediante una interfaz para que estas se amplifiquen en tensión o en corriente. Algunos tipos de interfaces son las etapas de conmutación con transistores, la conmutación de cargas en corriente alterna con triacs o en corriente continua con tiristores, las interfaces para señales de corriente alterna en baja frecuencia, las interfaces de potencia mediante circuitos integrados o las interfaces de salida optoacopladas.

Las señales que envíen los controladores pueden ser utilizadas como señales de control para activar bobinas de contactores y estos a su vez suministren de energía a circuitos de iluminación, fuerza, entre otros.

1.4 SISTEMA INMÓTICO HOSPITAL UN CANTO A LA VIDA

1.4.1 ANTECEDENTES

El hospital Un Canto a la Vida se encuentra ubicado en el sur de Quito en el sector de Chillogallo. Es un proyecto del Padre Carolo, que está dedicado para las personas de más escasos recursos de la ciudad, las cuales no tienen los medios suficientes para acudir a establecimientos médicos de gran prestigio en donde los costos son muy elevados.

UN CANTO A LA VIDA, está destinado para brindar a sus pacientes un servicio de gran calidad, con personal capacitado que tenga en cuenta el principal objetivo de vida que es el de ayudar a los más necesitados.

La Fundación a cargo de la construcción del Hospital desea que la tecnología forme parte integral de todos los procesos que se realizan dentro del establecimiento, es por esto que ellos quieren hacer de esta infraestructura inteligente, la cual les permita tener un control

centralizado de todas las instalaciones con el fin de brindar mejores servicios a los pacientes y brindar un ambiente de trabajo más óptimo para el personal del hospital.

Actualmente el hospital se encuentra funcionando en lo que es consulta externa de planta baja y primera planta alta. La parte de Hospitalización se encuentra en construcción.

El área de consulta externa tanto de planta baja y de la primera planta alta se encuentran protegidas contra incendio y robo por una central de alarmas ADEMCO VISTA 20P de la compañía HONEYWELL.

Estas alarmas se encuentran zonificadas de acuerdo a los planos que se adjuntan en el anexo.

1.4.2 NECESIDADES

Las necesidades actuales del hospital son las de dotar al área de consulta externa (planta baja y primera planta alta) de tecnología de punta que permita tener un control y monitoreo de lo que esta sucediendo allí.

Para esto se va a diseñar un sistema inmótico que permita gestionar dentro del hospital el ahorro energético, control de accesos y el monitoreo de alarmas de robo e incendio.

El ahorro energético se lo realizará mediante el control de iluminación de los pasillos y halles de libre acceso.

El control de accesos será de dos tipos: libre y restringido; permitiendo de esta manera tener un control de que personas pueden o no ingresar a determinados lugares dentro del hospital.

El monitoreo de alarmas se lo realizará mediante una HMI de forma que el operador sepa en que lugar existe una alarma (incendio y/o robo) para poder de una manera rápida ir al lugar para tomar los correctivos del caso.

Resumiendo lo anteriormente dicho, el hospital desea que se realice la unificación de los subsistemas con que cuenta el área de consulta externa, en un programa central que permita el control y monitoreo de las instalaciones. De manera general se puede observar en el siguiente gráfico:

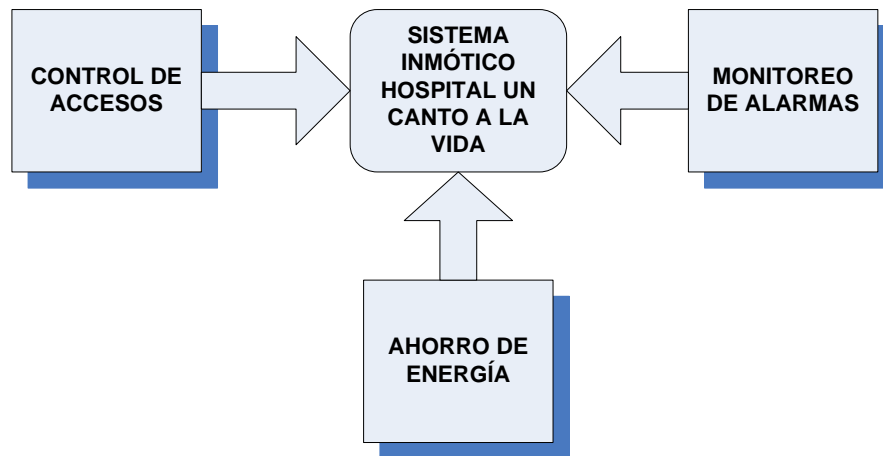


Figura 1.15 Esquema del sistema inmótico del Hospital un canto a la vida

1.4.3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SISTEMA INMÓTICO DEL HOSPITAL UN CANTO A LA VIDA

La parte fundamental dentro de un sistema inmótico es la elección del controlador o unidad de control que va a realizar el trabajo de controlar y monitorear las instalaciones dentro del hospital.

El sistema inmótico del Hospital un Canto a la Vida se lo va a desarrollar utilizando el sistema Opto 22 que es un controlador de automatización programable (PAC) y es una de las últimas tendencias tecnológicas en la automatización.

Una interfaz hombre máquina (HMI) permitirá al operador controlar y visualizar el estado de todos los sensores y actuadores dentro del hospital.

Toda la información que se genere dentro del hospital se registrará en una base de datos para llevar el control del sistema inmótico a implementar. Esta información tendrá hora, fecha y

que señal o alarma se ha activado, para así llevar registros de todos los sucesos que se generan dentro de las instalaciones.

En el capítulo concerniente a hardware y software se especificaran a detalle demás características del sistema inmótico del Hospital.

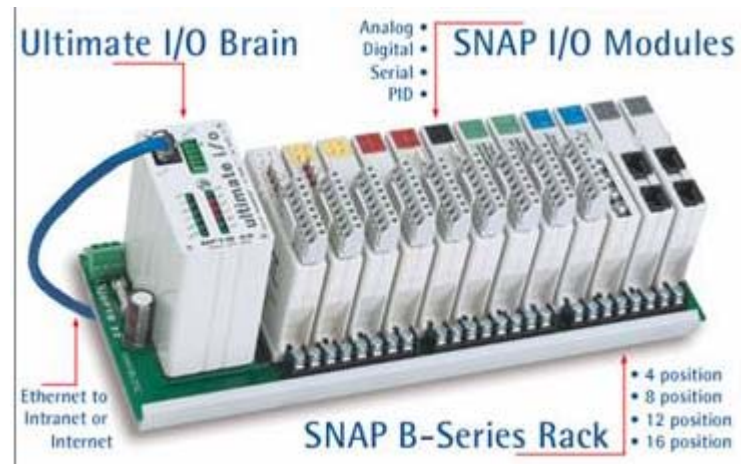


Figura 1.16 PAC opto22

CAPITULO II

PAC (CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE)

Implementar una aplicación industrial moderna es un proceso desafiante y muchas veces complicado por la mezcla de requerimientos que se tiene al momento de realizar una automatización. Las características del control avanzado, conectividad de red, interoperabilidad de los dispositivos e integración de los datos a la industria son todas las habilidades que se requiere en las aplicaciones industriales modernas.

Estos requerimientos modernos se extienden más allá del tradicional control basado en la lógica discreta de las señales de entrada y salida (E/S) manejadas por el controlador lógico programable (PLC). La mayoría de PLC's son programados usando la lógica LADDER, la cual tiene sus orígenes en el diagrama de cableado usados para describir el diseño y la conexión de los relés y temporizadores en un sistema de control. Aplicaciones que van más allá del modelo mencionado (relés y temporizadores) llegan a ser difíciles de programar en la lógica LADDER. Por ejemplo, matemáticamente una aplicación compleja viene a ser la dada por un lazo proporcional-integral-derivativo (PID) para un control de temperatura donde se utilizan para su cálculo puntos flotantes y en donde el PLC tiene que hacer cálculos por separado para encontrar los valores que permitan controlar el sistema.

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS PAC'S

Los fabricantes de sistemas de automatización han respondido a las aplicaciones industriales modernas mejorando las características de los dispositivos de control. Estos nuevos dispositivos de control industrial combinan el estilo del PLC, con la

configuración flexible y la integración industrial basada en los sistemas con PC. Este dispositivo se lo conoce como controlador de automatización programable (PAC).

Si bien la idea de combinar la tecnología basada en PLC y PC para el control industrial se ha intentado anteriormente, esto usualmente se lo ha logrado con la integración de módulos, procesadores o la interacción entre dos o más PLC's. Un PAC, sin embargo, ha incorporado en su diseño capacidades avanzadas para combinar la tecnología de un PLC con la de un PC. Por ejemplo, para llevar a cabo funciones como conteo, enclavamiento, control de lazos PID y adquisición y envío de datos, un típico sistema de control basado en PLC requiere hardware adicional, lo cual hace que el sistema se vuelva más costoso. Un PAC tiene incorporada estas habilidades sin necesidad de adquirir hardware adicional.

Un PAC se destaca por su diseño modular y construcción, así como por la utilización de arquitecturas abiertas para proporcionar la capacidad de expansión e interconexión con otros dispositivos y sistemas. En particular, los PAC's se caracterizan tanto por el eficiente procesamiento y escaneo de las E/S y por la variedad de vías con las que pueden integrarse con diferentes sistemas dentro de la industria.

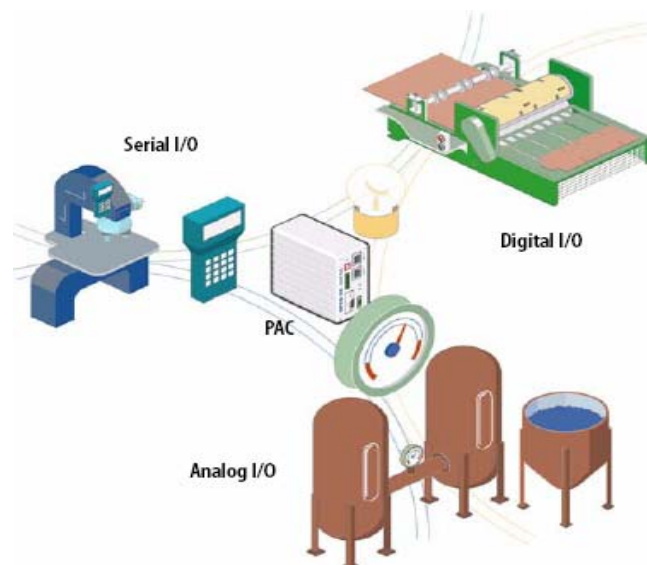


Figura 2.1 Ejemplo de funcionamiento de un PAC. Monitoreo y control digital, análogo y serial de E/S de múltiples fuentes.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PAC'S

El analista industrial ARC grupo asesor originó el término “PAC” por dos razones: para ayudar a los usuarios de hardware de automatización a definir sus necesidades de aplicación y para dar a los vendedores de hardware de automatización un término más claro para comunicar las capacidades de sus productos.

De acuerdo con ARC, un controlador de automatización programable (PAC) debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Funcionar en una sola plataforma** en varios dominios, incluyendo la lógica, unidades de E/S y control de procesos.
- **Emplear una sola plataforma de desarrollo** usando etiquetado común y una sola base de datos para el desarrollo de tareas a través de un rango de disciplinas.
- **Integrar perfectamente al controlador el hardware y software.**
- **Ser programables usando herramientas de software** que puedan diseñar programas de control para dar soporte a procesos que se ejecutan a través de varias máquinas o unidades.
- **Operar en arquitecturas abierta y modular** que permitan el mejoramiento continuo de las aplicaciones industriales.
- **Emplear estándares** para interfaces de red, lenguajes y protocolos, permitiendo intercambio de información con todos los sistemas de la empresa.
- **Proveer de un eficiente procesamiento y escaneo de señales de E/S.**

2.1.2 DESARROLLO Y BENEFICIOS FUNCIONALES

Las características que definen a un PAC también describen bien las ventajas claves de utilizar un PAC en una aplicación industrial. Estas ventajas permiten que se puedan realizar actividades más complejas con un menor costo y menor utilización de hardware.

La integración de hardware y software es también una ventaja cuando se programa. El software de aplicación usado para programar un PAC incluye una sola base de datos para los tagnames compartida para todas las herramientas de desarrollo. Los PAC's utilizan un paquete de software que permite resolver necesidades de automatización existentes y futuras, en vez de usar varios paquetes de software de varias empresas.

Otro beneficio de los PAC's es la facilidad de actualizar los sistemas de control. El hardware puede ser reemplazado sin necesidad de realizar la desconexión del cableado de los sensores y actuadores.

Con sus modernas capacidades de comunicación y de redes, los PAC's ponen a disponibilidad la información que procesan en tiempo real. Esto hace que los datos sean obtenidos de manera precisa y oportuna, y por lo tanto sea de mayor utilidad dentro de la industria.

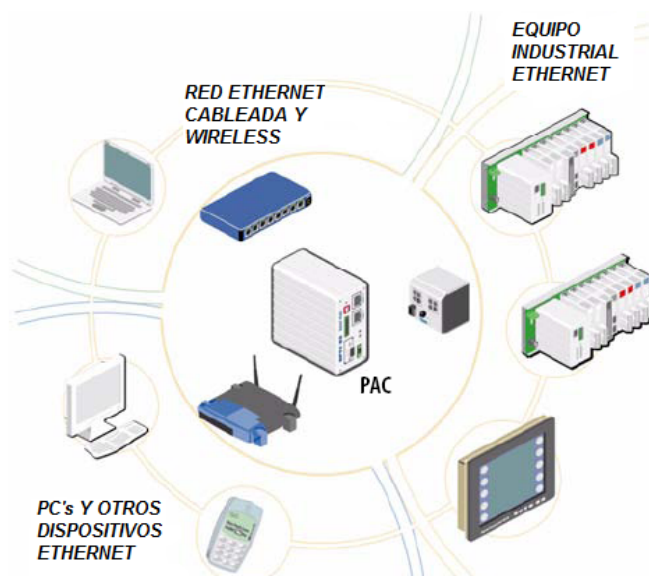


Figura 2.2 Comunicación de dispositivos con el PAC

2.1.3 BENEFICIOS FINANCIEROS

Los PAC's pueden ofrecer múltiples ventajas. El costo global del sistema de control se reduce porque el hardware es menos costoso, y es menor el tiempo que se necesita para desarrollarlo e integrarlo. La compra de un PAC es a menudo más conveniente que repotenciar un PLC para poseer las mismas capacidades dentro del sistema. Existe un incremento de la rentabilidad del sistema, reducción del costo de ciclo de vida, y un bajo costo total de propiedad (TCO) gracias al crecimiento de los sistemas de automatización.

Finalmente, el flujo de caja mejora dentro de la industria ya que la posibilidad de añadir módulos de E/S significa que se necesita un mínimo número de módulos para el desarrollo inicial de la aplicación y el resto de módulos se pueden añadir durante el diseño hasta la culminación del proyecto.

2.2 EL PAC DENTRO DE APLICACIONES INDUSTRIALES MODERNAS

Dentro de la industria existen múltiples aplicaciones las cuales se integra mediante el controlador de automatización programable PAC. La figura siguiente indica un proceso integrado mediante un PAC en la industria.

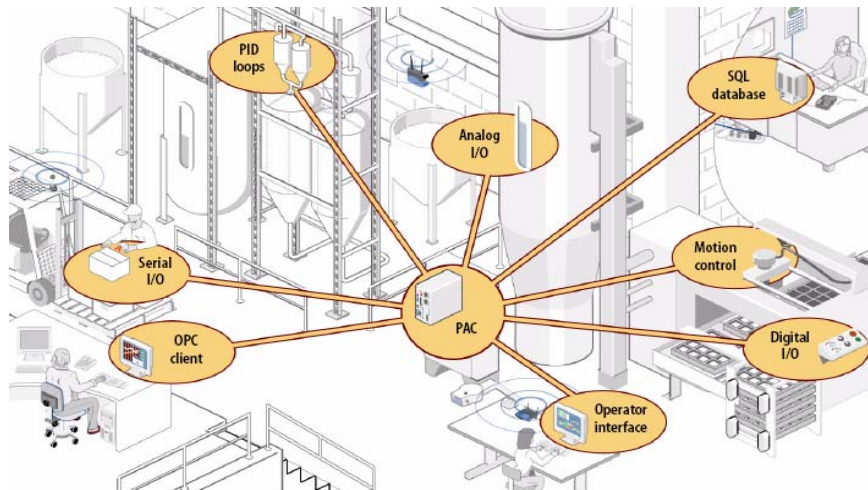


Figura 2.3 Aplicación Industrial moderna que rodea múltiples tareas: monitoreo y control de E/S , intercambio de información vía OPC, e integración de los datos de la fábrica con el sistema de le empresa.

El único PAC que se muestra en la Figura 2.3 esta operando en múltiples dominios para supervisar y gestionar todos los procesos que se encuentran inmersos dentro de la industria. Para ello, el PAC debe gestionar simultáneamente valores análogos como la temperatura y presiones; estados digitales ON/OFF de válvulas, switches e indicadores; y seguimiento de la serie de datos de inventario y de equipos de prueba. Al mismo tiempo el PAC intercambia información con un servidor OPC (OLE for process control), una interfaz de usuario y una base de datos SQL (Structured Query Language). Simultáneamente el manejo de estas tareas se lo hace sin la necesidad de procesadores adicionales, gateways, etc, siendo este el sello distintivo de un PAC.

En la fábrica que se visualiza en la Figura 2.3, el PAC, el operador y la estación de trabajo, la línea de producción y los procesos donde van conectados los sensores y actuadores, están conectados a una red Ethernet 10/100Mbps estándar instalada a lo largo de toda la infraestructura. Los dispositivos que no tengan conectividad Ethernet, como los sensores de temperatura, son conectados a módulos de Ethernet de E/S, la cual le permite comunicarse con el PAC.

Con las redes Ethernet, el PAC se comunica con módulos remotos de E/S para leer/escribir señales análogas, digitales y seriales. La red también enlaza el PAC con el servidor OPC, la interfaz de usuario y la base de datos SQL. Se puede utilizar una red wireless la cual permite al PAC comunicarse con centrales de trabajo móviles.

El PAC puede controlar, monitorear e intercambiar información con una amplia variedad de dispositivos y sistemas porque usa tecnologías de redes estándar y protocolos que utilizan compatibles para el intercambio de información. Puede utilizar protocolos utilizados en diferentes aplicaciones industriales como puede ser MODBUS, SNMP(Simple network Management protocol), y PPP (point to point protocol). Además tiene la habilidad de hacer frente a todas las necesidades de comunicación que se requiera.

El PAC intercambia información de manufacturación, producción e inventario con una base de datos empresarial SQL. Esta base de datos a su vez comparte información con varios sistemas claves de negocios como pueden ser sistemas ERP (Enterprise resource planning), OEE (operational equipment effectiveness), SCM (supply chain Management).

2.3 SNAP- PAC OPTO22

Los controladores programables para la automatización (PACs por sus siglas en inglés) son controladores modulares basados en protocolos abiertos, multifuncionales, multidominio y brindan un ambiente de desarrollo integrado. En los modelos se tienen controladores independientes de la serie SNAP PAC S y otros montados en tarjeta de la serie SNAP PAC R. Ambos manejan un amplio rango de funciones digitales, analógicas y seriales y trabajan de igual forma para la adquisición de datos, monitoreo remoto, control de procesos y procesos discretos e híbridos.

Los SNAP PACs están basados en estándares Ethernet y el Protocolo Internet (IP) de forma que se pueden construir o extender sistemas sin el costo y limitaciones de redes y protocolos propietarios.

2.3.1 CONTROLADOR SNAP- PAC SERIE R

2.3.1.1 DESCRIPCIÓN

Los controladores de automatización programable SNAP- PAC serie R son dispositivos que poseen robustez, comunicación y control en tiempo real para realizar en la industria el control, monitoreo y la adquisición de datos de todos los procesos que se encuentran inmersos dentro del mismo. Como parte de un OPTO22 el sistema de E/S, tiene unidades que manejan múltiples tareas como control digital y analógico, manejo de cadenas de datos, comunicación y conectividad empresarial.

La serie R puede usar el software PAC PROJECT BASIC o el PAC PROJECT PROFESSIONAL el cual tiene un costo adicional en el paquete. El puerto Ethernet con el que cuenta este controlador permite correr programas escritos en el OPTO22 PAC CONTROL, que es el software donde el usuario desarrolla todas las aplicaciones. Por otro lado, los controladores de la serie R pueden ser usados mediante una configuración maestro-esclavo. [7]

Los controladores SNAP PAC serie R se adaptan de buena manera a fabricantes de equipos originales (OEMs = original equipment manufacturers), sistemas integradores, usuarios finales en el control de procesos y aplicaciones industriales de cualquier índole.

Dos modelos del controlador SNAP PAC serie R existen:

- El SNAP-PAC-R1: controla una mezcla de módulos o unidades análogas, digitales estándares y de alta densidad, y módulos seriales. Todas las funciones digitales están disponibles para más de 16 módulos digitales estándar.
- El SNAP-PAC-R2: también controla una mezcla de módulos o unidades análogas, digitales estándares y de alta densidad, y módulos seriales. Las funciones digitales son simplificadas; para más de 16 módulos digitales estándar pueden ser usadas estas funciones.

En la tabla 2.1 y 2.2 se muestra una comparación de las características que tienen los dos controladores de esta serie:

CARACTERISTICAS		SNAP-PAC-R1	SNAP-PAC-R2
PUNTOS DE E/S DIGITAL	Enclavamiento de entradas	●	●
	Estatus de encendido y apagado	●	●
	Watchdog timer	●	●
	Contador de alta velocidad (más de 20Khz)	●	
	Contador de cuadratura	●	
	Medición de pulsador de encendido y apagado	●	
	Tiempo proporcional de salida (TPO)	●	
	Generación de pulsos (N pulsos, ondas cuadradas continuas, pulsos de encendido y apagado)	●	
PUNTOS DE E/S ANÁLOGA	Linealización de termocuplas (32 bits de punto flotante para valores de linealización)	●	●
	Valores mínimos y máximos	●	●
	Ganancia y offset	●	●
	Tiempo proporcional de salida (TPO)	●	●
	Escala	●	●
	Watchdog timer	●	●
Módulos digitales de alta densidad (entradas y salidas)	●	●	
Módulos de comunicación serial	●	●	
Eventos seriales	●	●	
Lógica PID en el cerebro	96 PIDs	96 PIDs	
Eventos digitales	●	●	
Alarmas	●	●	
Timers	●	●	
Mensajes	●	●	
Email (Cliente SMTP)	●	●	
Driver OPC	●	●	
Registro de datos en el cerebro	●	●	
Seguridad (filtros IP, acceso a puertos)	●	●	
Reloj en tiempo real (RTC)	●	●	
Duplicado de los puntos de datos de E/S	●	●	
Copiado de mapa de memoria	●	●	
SNMP (manejador de redes de E/S y variables)	●	●	
PPP (dial up y radio modems)	●	●	
Cliente- servidor FTP	●	●	
Modbus/TCP	●	●	

Tabla 2.1 Características del Opto22

CARACTERISTICAS	SNAP-PAC-R1	SNAP-PAC-R2
Protocolo OptoMMP	●	●
Red ethernet	●	●
RS-232 SERIAL	●	●
Ejecución de estrategias del PAC Project	●	●
Compatibilidad del PAC project usando controladores SNAP PAC	●	●
Rack de montaje	Racks SNAP PACK	
Número de módulos por rack	4,8,12 o 16	
Máximo número y tipos de módulos permitidos por unidad de E/S	16 Digitales (cualquier tipo) 16 analógicos 8 seriales	

Tabla 2.2 Continuación de las características del Opto22

2.3.1.2 COMUNICACIÓN ETHERNET

Los controladores SNAP PAC serie R se comunican sobre el estándar de redes Ethernet 10/100 Mbps y pueden ser alámbrica o inalámbricas depende del hardware que se utilice para realizar la red.

El controlador SNAP PAC serie R cuenta con 2 puertos Ethernet 10/100 Mbps para la creación de redes Ethernet y para que se conecten módulos de E/S. Estos dos puertos son independientes y tienen direcciones IP diferentes que pueden ser usadas con el software PAC Project Professional para crear un enlace de red redundante para salvaguardar la disponibilidad y la fiabilidad de los sistemas de E/S o para segmentar la red del sistema de control de la red LAN de toda la empresa.

2.3.1.3 COMUNICACIÓN SERIAL

Los controladores SNAP PAC serie R poseen un enlace serial RS-232 para soportar conexiones de módem con el protocolo PPP (punto a punto) y así poder crear redes TCP/IP sobre líneas seriales o PSTN (public switched telephone network) tan bien como los dispositivos de comunicación serial.

La interfaz serial RS-232 soporta conexiones a módem usando PPP o comunicación de propósito general con dispositivos seriales, permitiendo de esta manera enviar y recibir datos de un dispositivo serial.

2.3.1.4 RACK DE MONTAJE DE E/S

Los controladores SNAP PAC serie R deben ser conectados en racks apropiados para evitar daños en los controladores. El SNAP PAC R1 y el R2 han sido diseñados para trabajar con racks de 4, 8, 12 o 16 posiciones para los módulos de E/S del OPTO22. Dentro de la familia OPTO22 los racks se los identifica de la siguiente manera SNAP PAC RCK4, SNAP PAC RCK8, SNAP PAC RCK12, SNAP PAC RCK16.

2.3.1.5 SNAP E/S

Los controladores SNAP PAC serie R soportan todos los módulos SNAP E/S disponibles en OPTO22. los módulos digitales SNAP E/S contienen cuatro entradas y cuatro salidas, y los módulos digitales SNAP de alta densidad contiene 16 o 32 puntos de entrada o salida.

EL controlador R soporta módulos digitales de 4 canales con contador de alta velocidad, mientras que el controlador R2 solamente posee las características básicas de los módulos digitales.

El módulo análogo SNAP E/S contiene 2 a 32 puntos, dependiendo del módulo que se utilice.

OPTO22 posee una gama muy variada de módulos de entradas, salidas y módulos de propósitos especiales. La tabla 2.3 se muestra los módulos más importantes disponibles con su respectiva descripción:

MODULOS DE ENTRADA DIGITAL DE 4 CANALES (SNAP 4 CHANNEL)	
SNAP-IAC5	Entrada digital 4 canales, 90-140 VAC/VDC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IAC5MA	Entrada digital 4 canales, 90-140 VAC/VDC, con switches manual/automático.
SNAP-IAC5A	Entrada digital 4 canales, 180-280 VAC/VDC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IDC5	Entrada digital 4 canales, 10-32 VAC/VDC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IDC5FM	Entrada digital 4 canales, 10-32 VDC de entrada, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IDC5MA	Entrada digital 4 canales, 10-32 VAC/VDC, con sitches manual/automático.
SNAP-IDC5D	Entrada digital 4 canales, 2.5-28 VDC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IDC5FAST	Entrada digital 4 canales, 2.5-16 VDC, 5 VDC de alimentación, alta velocidad.
SNAP-IDC5-FAST-A	Entrada digital 4 canales, 18-32 VDC, 5 VDC de alimentación, alta velocidad.
SNAP-IDC5G	Entrada digital 4 canales, 35-75 VAC/VDC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-IDC5-SW	Entrada digital 4 canales, autoalimentación, normalmente abierto.
SNAP-IDC5-SW-NC	Entrada digital 4 canales, autoalimentación, normalmente cerrado.

MODULOS DE ENTRADA ANALÓGICOS	
SNAP-AIARMS	Entrada de corriente, 2 canales analógicos, 0-10 amp RMS.
SNAP-AIARMS-i	Entrada de corriente, 2 canales analógicos aislados, 0-10 amp RMS.
SNAP-AICTD	Entrada de temperatura, 2 canales analógicos.
SNAP-AICTD-4	Entrada de temperatura, 4 canales analógicos.
SNAP-AICTD-8	Entrada de temperatura, 8 canales analógicos.
SNAP-AIMA	Entrada de corriente, 2 canales analógicos, -20 mA a +20 mA
SNAP-AIMA-4	Entrada de corriente, 4 canales analógicos, -20 mA a +20 mA
SNAP-AIMA-8	Entrada de corriente, 8 canales analógicos, -20 mA a +20 mA
SNAP-AIMA-32	Entrada de corriente, 32 canales analógicos, -20 mA a +20 mA
SNAP-AIRTD	Entrada para RTD, 2 canales analógicos, 100 Ohm platino
SNAP-AITM	Entrada analógica de 2 canales para termocuplas tipo E, J, K de -150mV a +150mV o -75mV a +75mV.
SNAP-AIV	Entrada de voltaje, 2 canales analógicos, -10 VDC a +10 VDC
SNAP-AIV-32	Entrada de voltaje, 32 canales analógicos, -10 VDC a +10 VDC.
SNAP-pH/ORP	Entrada analógica de 2 canales aislados para alta impedancia, -1.0 VDC a +1.0 VDC y -0.5 VDC a +0.5 VDC.
SNAP-AIVRMS-i	Entrada de voltaje analógica, 2 canales aislados, 0-250 V RMS AC/DC.

MODULOS DE SALIDA DIGITAL	
SNAP-OAC5	Salida digital, 4 canales, 12-250 VAC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-OAC5-i	Salida digital, 4 canales aislados, 12-250 VAC, 5 VDC de alimentación.
SNAP-ODC5R	Salida aislada de contactos secos, 4 canales, 0-100 VDC o 0-130 VAC, normalmente abierto.
SNAP-ODC5R5	Salida aislada de contactos secos, 4 canales, 0-100 VDC o 0-130 VAC, normalmente cerrado.
SNAP-ODC5-i	Salida digital aislada, 4 canales, 5-60 VDC, 5 VDC de alimentación.

MODULOS DE SALIDA ANALÓGICOS	
SNAP-AOA-23	Salida analógica, 2 canales, 4-20 mA
SNAP-AOV-25	Salida analógica, 2 canales, 0 a 10 VDC.
SNAP-AOV-28	Salida analógica, 2 canales, 0 a 20 mA.

MODULOS DE PROPÓSITO ESPECIAL	
SNAP-SCM-PROFI	Interfaz serial PROFIBUS
SNAP-SCM-485-422	Comunicación serial, 2 canales RS-485/422.
SNAP-SCM-232	Comunicación serial, 2 canales RS-232.

Tabla 2.3 Módulos de E/S de Opto22

La elección de cada módulo se la hará de acuerdo a las necesidades del cliente, características eléctricas del lugar y proceso a controlar. Cada módulo tiene características especiales las cuales deberán ser revisadas en los respectivos datasheets de los equipos antes de usarlas. [8]

2.3.1.6 SOFTWARE

Los controladores SNAP PAC usan el PAC Project del Opto22 de Microsoft Windows. Es un software de automatización en el cual se programan y desarrollan interfaces hombre máquina (HMI) y conectividad OPC. Dos versiones del PAC Project están disponibles:

- PAC Project Basic, en el cual se incluye PAC Control para el desarrollo del control del programa, PAC Display para crear interfaces de operador y el PAC Manager para configurar el software.
- PAC Project Professional, añade versiones ampliadas de PAC Control y PAC Display más el software OptoOPCServer para el intercambio de datos con el OPC 2.0 compatibles con software de aplicación y el OptoData Link para el intercambio de datos de los sistemas SNAP PAC con bases de datos (Microsoft SQL, Microsoft Access y MySQL), archivos de texto y sistemas de email.

El PAC Control Basic es un software gráfico, el cual basa su programación en los diagramas de flujo para realizar el control de cualquier aplicación. Usando este software se puede crear, bajar y ejecutar las estrategias en el controlador SNAP PAC. Este software tiene la capacidad de programar con subrutinas e incluye un poderoso lenguaje de programación encriptado basado en C y en otros lenguajes. El PAC Control Professional soporta independientemente los dos puertos Ethernet del controlador SNAP PAC. Un controlador SNAP serie R puede ejecutar simultáneamente más de 16 diagramas de flujo del PAC Control. El número total de diagramas de flujo está limitado solamente por la memoria disponible para almacenar las estrategias.

El PAC Display Basic es un paquete de HMI intuitivo para la construcción o desarrollo de interfaces de operadores o proyectos para comunicarse con el controlador SNAP PAC. El PAC Display incluye todas las características que debe tener una HMI como lo son alarmas, gráficas y lo más importante una librería con más de 3000 gráficos de automatización industrial. El PAC Display Professional añade habilidades para importar proyectos creados y permite usar enlaces de comunicación Ethernet redundante con los controladores SNAP PAC. El PAC Display Professional puede conectarse a los controladores que se encuentren instalados a lo largo de toda la industria a su red Ethernet ejecutando las estrategias del OptoControl.

EL OptoOPCServer es un rápido y eficiente servidor compatible con OPC 2.0 para comunicaciones con diferentes productos del OPTO22, incluyendo los controladores SNAP PAC y otros controladores SNAP que se ejecutan con las estrategias del PAC Control; unidades de E/S SNAP Ethernet que usan cerebros como el SNAP-B3000-ENET o el SNAP-ENET-M64.

Usando el OptoOPCServer, se puede consolidar datos desde todos los sistemas OPTO22 que se encuentren dentro del software OPCclient que se ha elegido como pueden ser paquetes de HMI de otros fabricantes y paquetes de adquisición de datos, y software de aplicación creados por el mismo usuario usando lenguajes de programación existentes como Visual Basic, visual c++, entre otros.

El PAC Manager es una aplicación que permite asignar direcciones IP a los controladores SNAP PAC, leer y cambiar las configuraciones básicas de los mismos. Este software es usado para configurar unidades Ethernet adicionales de E/S para comunicarse con el controlador.

OptoDataLink es un software de aplicación que hace más fácil el compartir datos de los sistemas SNAP PAC con las bases de datos comúnmente usadas incluyendo Microsoft SQL Server, Microsoft Access, y MySQL. Los puntos de E/S creados en las estrategias del PAC Control son automáticamente disponibles en el OptoDataLink para ser usados en el intercambio de datos. [9]

2.3.1.7 ESPECIFICACIONES

Procesador	200 MHz 32-bits ColdFire 5475 con unidad de punto flotante integrada (FPU)
Memoria	
RAM Total	16 MB (4MB disponibles para estrategias del PAC Control; 2MB disponible para almacenamiento de archivos)
Battery – Backed RAM	2MB
Flash	8MB (3.25 MB disponibles para estrategias del PAC Control; 384 KB disponibles para almacenamiento de archivos)
Batería de respaldo	Recargable, 3 años de retención de datos por apagado
Comunicaciones	
Ethernet (host y E/S)	Dos puertos independientes Ethernet 10/100 Mbps (conector RJ-45)
RS-232 (solo host)	Cada puerto tiene dirección IP por separado
Compatibilidad con unidades de E/S	Unidades SNAP PAC E/S: SNAP PAC serie R y unidades de E/S serie EB
Alimentación	5.0 – 5.2 VDC @ 1.2A
Condiciones ambientales	
Temperatura operación	0° C a 60° C
Temperatura almacenaje	-40° C a 85° C
Humedad	0% a 95% de humedad relativa
Software	

PAC Project Basic	Incluye software de programación. Software de HMI y software de configuración, incluye al momento de comprar el controlador.
PAC Project Professional	PAC Project Basic más servidor OPC, Estrategia OptoControl y OptoDisplay para importar proyectos y enlace redundante Ethernet.
Otras Características	<ul style="list-style-type: none"> • Soporta múltiples protocolos incluyendo TCP/IP, FTP, Modbus/TCP, SNMP, OptoMMP y SMTP. • Reloj en tiempo real. • Cliente servido FTP con sistema de archivos. • Comunicación punto a punto. • Enlace configurable de la redundancia. • Modular.

Tabla 2.4 Especificaciones del Opto22

2.3.2 ARQUITECTURA DEL OPTO22

Los controladores SNAP PAC serie R son una combinación entre controladores y procesadores de E/S por lo cual su arquitectura es más compleja que otros dispositivos. Estos comparten dos funciones que se encuentran localizadas en diferentes partes de hardware: procesamiento de E/S y control basado en diagramas de flujo. Estas funciones son manejadas en dos lados del controlador. La siguiente figura ilustra las dos funciones.

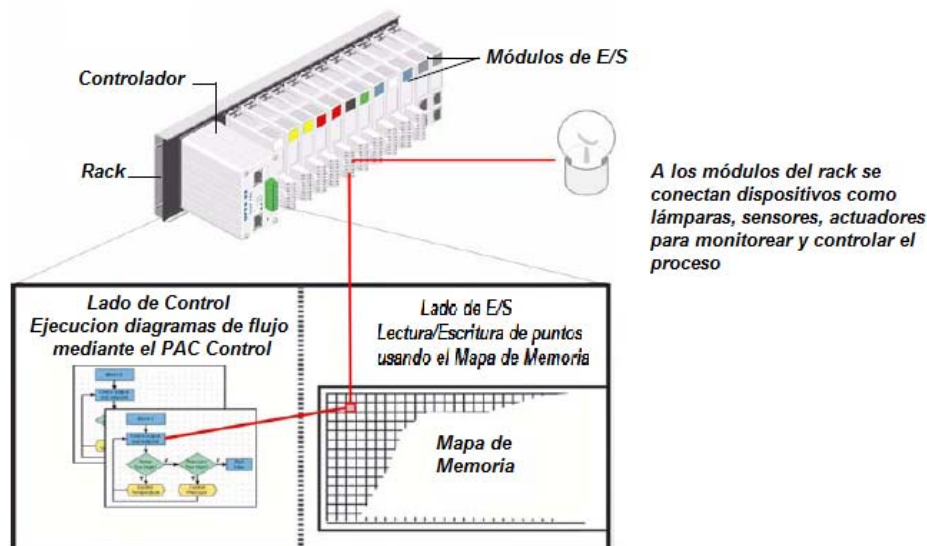


Figura 2.4 Funciones que cumple el sistema OPTO22

El controlador lee y escribe las E/S respectivamente usando el mapa de memoria del lado de E/S. El mapa de memoria es como una cuadrícula, en el cual cada cuadro tiene su propia dirección de memoria. Cada cuadro con su dirección tiene un propósito en específico, por ejemplo una dirección guarda el estado de una entrada digital y otro guarda el dato de un contador de la misma entrada. Un mapa de memoria en un PLC se lo conoce como un registro.

El lado de control es como el tradicional controlador industrial. En este lado, el controlador ejecuta los diagramas de flujo. Estos diagramas tienen toda la lógica que controla los procesos de todo el sistema. Los comandos dentro del diagrama de flujo son escritos y leídos en el mapa de memoria del lado de E/S del controlador para monitorear y controlar los puntos de E/S.

Los diagramas de flujo son creados por el PAC Control. Este software esta ejecutándose en una PC que esta conectada en la red para que cuando los diagramas se encuentren finalizados puedan ser bajados al controlador. La siguiente figura ilustra el lado de control.

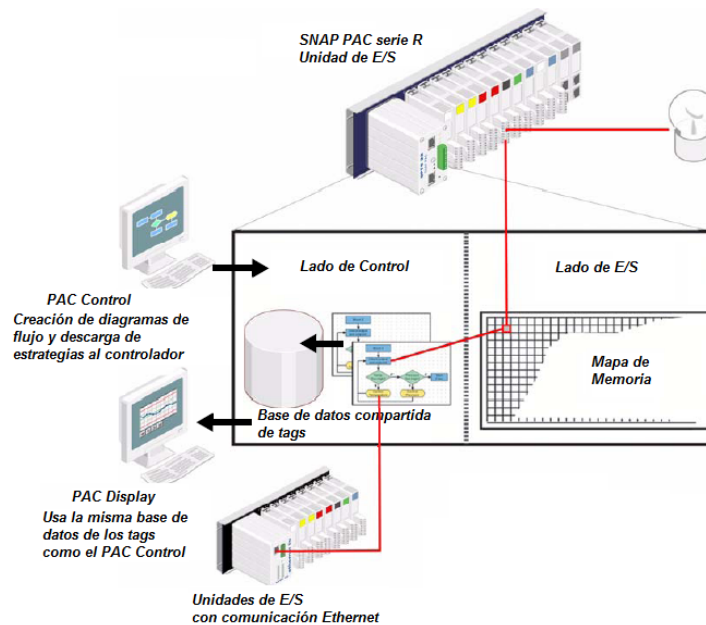


Figura 2.5 Lado de control en un sistema OPTO22

El mapa de memoria en el lado de E/S del controlador tiene dos partes fundamentales que son: el área fija y el área de block de notas.

El área de memoria fija es usada automáticamente por el controlador para leer y escribir datos de los puntos de E/S; cada dirección tiene su propósito fijo, es decir en cada celda se almacena una instrucción del programa.

El área de block de notas es definida por el usuario. Esta área permite al usuario intercambiar datos entre varios dispositivos de acuerdo a sus necesidades. Se pueden usar diferentes tipos de datos: bits, enteros de 32 y 64 bits, flotantes y cadenas de datos.

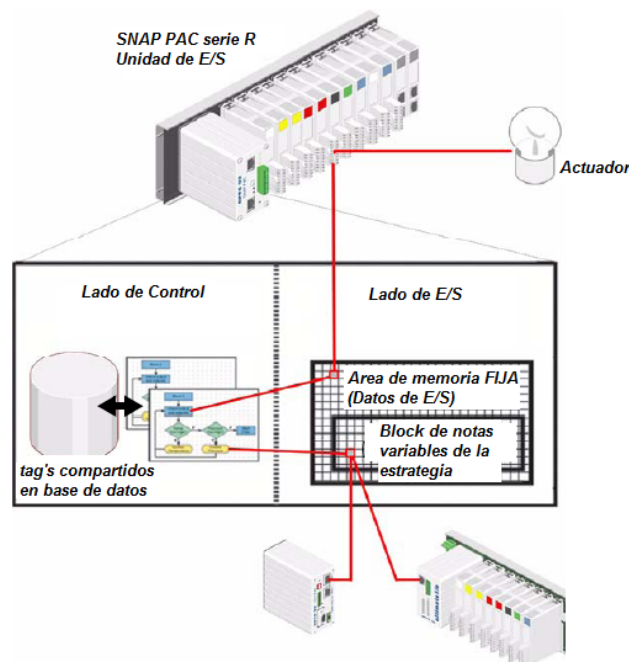


Figura 2.6 Ilustración del área de memoria fija y el block de notas.

Usando los comandos del PAC Control en los diagramas de flujo, un primer controlador puede escribir su estrategia o programa en su área de block de notas, mientras tanto otro controlador usando comandos similares en su propio diagrama de flujo puede leer los datos escritos en el block de notas del primer controlador. Por otro lado, el segundo controlador también puede escribir comandos en el área de block de notas del primer controlador, el cual podrá leer todos los datos que han sido escritos por otras unidades o

controladores en su área de block de notas. Este tipo de intercambio de datos se lo conoce como comunicación peer to peer.

Adicionalmente a las excelentes características que tiene el SNAP PAC serie R en manejo de E/S, control y comunicación peer to peer, este sistema puede enlazarse directamente con otros sistemas y software de los cuales se necesite adquirir datos. La siguiente figura muestra como las aplicaciones de software y hardware de terceros también pueden acceder directamente al mapa de memoria en el lado de E/S del controlador para obtener información de los puntos de E/S como de las variables del programa.

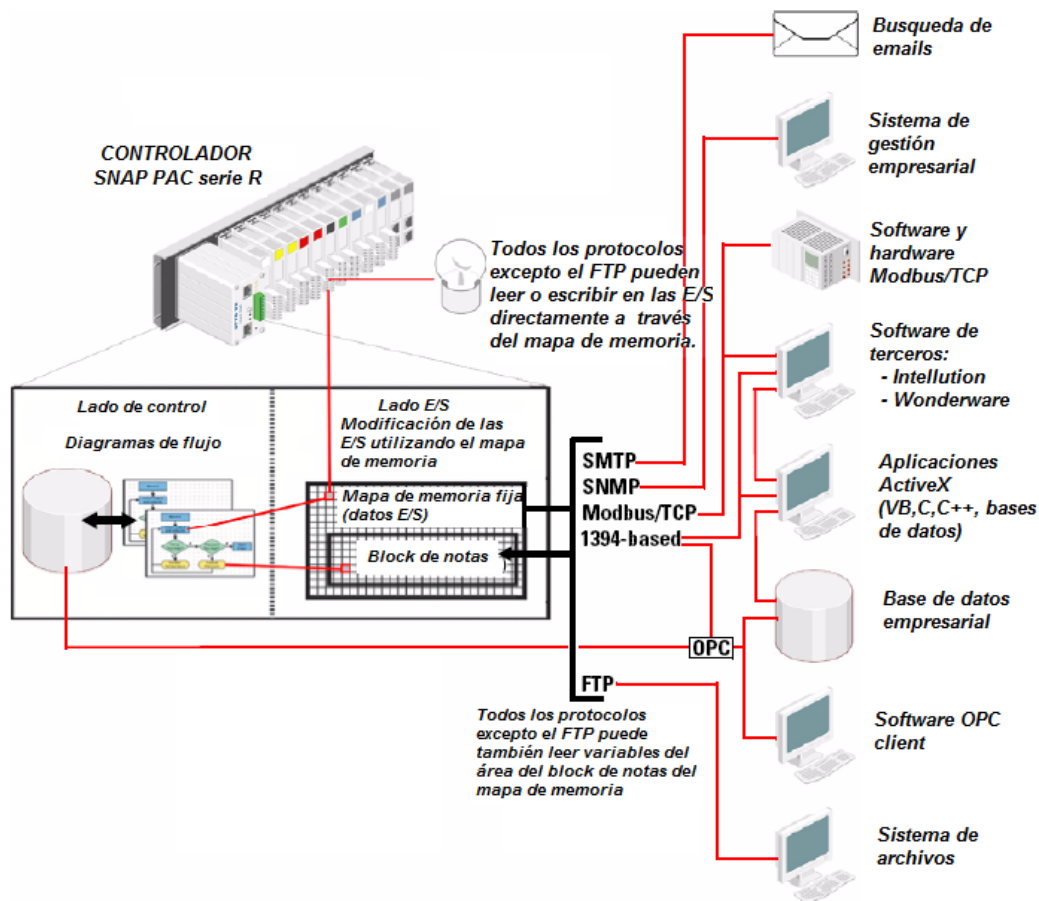


Figura 2.7 Ilustración de la interacción del sistema Opto 22 con otros sistemas.

2.3.3 CONEXIÓN DE REDES

Desde el punto de vista físico, el controlador SNAP PAC serie R puede ser conectados de diferentes formas:

- Directamente a una PC o un controlador usando un cable cruzado.
- Añadiéndolo a una red Ethernet existente (TCP/IP).
- Como parte de una red independiente elaborada con hardware Ethernet estándar.
- Sobre una conexión de módem.

El método de elaboración de redes depende de diferentes aspectos que incluyen aspectos como: lo que se necesita controlar y obtener datos, número de PC's, controladores, y unidades de E/S que se usan, velocidad y volumen de comunicación, requerimientos de seguridad y disponibilidad de red Ethernet.

2.3.3.1 CONEXIÓN DEL CONTROLADOR DIRECTAMENTE A LA PC Ó A UN CONTROLADOR MASTER.

Una conexión directa usa cable de red cruzado y se conecta solamente un controlador SNAP PAC serie R con un maestro (PC ó controlador master). Una conexión de este tipo es útil para asignar una dirección IP al controlador, configurar unidades de E/S y probar aplicaciones en unidades de E/S que serán utilizadas luego en la red.

Una conexión directa es rápida, fácil de realizarla y provee de alta velocidad y seguridad a sistemas de pequeña envergadura.

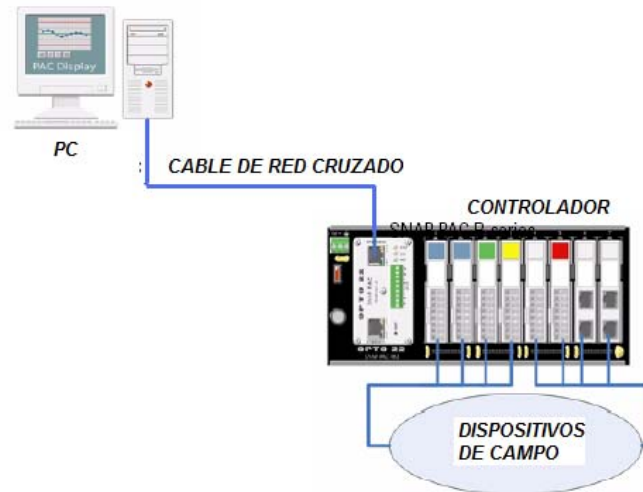


Figura 2.8 Conexión directa entre la PC y el controlador Opto22

2.3.3.2 CONEXIÓN DEL CONTROLADOR USANDO UNA RED ETHERNET EXISTENTE.

La primera gran regla para unir un controlador SNAP PAC serie R a una red existente es trabajar estrechamente o en conjunto con el administrador de la red para que este determine la topología y el hardware a utilizar para que no se produzca un impacto dentro de la red existente.

La red existente tiene que asignar a cada controlador que se conecte una dirección IP estática, así el sistema este programado para asignar direcciones mediante un DHCP.

Para la adquisición de datos el controlador SNAP PAC serie R puede ser conectado en cualquier lugar de la red ya existente, mientras que si se quiere realizar aplicaciones de control se deberán tomar en cuenta número de computadores conectados a esa red, número de datos que se transmiten, seguridad de los datos, entre otros. Si se producen problemas se recomienda conectar los controladores en diferentes segmentos de red. Se recomienda usar switches en vez de hub's y utilizar una red a 100 Mbps.

La ventaja de los controladores SNAP PAC serie R es que poseen dos puestos Ethernet, los cuales pueden ser usados de acuerdo a las necesidades de los usuarios, por ejemplo el

primer puerto se lo puede utilizar para aplicaciones de control y el otro para mantenerse comunicado con la red de la empresa.

2.3.3.3 CONEXIÓN DEL CONTROLADOR USANDO UNA RED INDEPENDIENTE.

Una red independiente da un nivel alto de comunicación tanto en velocidad como en volumen, además de brindar gran seguridad.

Dentro de las industrias puede hacerse necesario la creación de redes independientes para procesos donde el control sea crítico, para esto se deben tomar en cuenta aspectos como seguridad de datos, velocidad de transmisión, entre otros. Pero la característica más importante que se debe tomar es que cada controlador existente dentro del proceso debe tener una dirección IP estática.

Siendo el protocolo TCP/IP estándar a nivel mundial hace que se tenga la suficiente información para construir redes robustas consiguiendo de esta manera que el sistema se más confiable y seguro.

2.3.3.4 CONEXIÓN DEL CONTROLADOR VIA MODEM.

Este tipo de conexión es ideal para instalaciones remotas donde las redes Ethernet cableadas no son la mejor solución ya sea por las distancias o por los ambientes de trabajo. Este tipo de conexión vía MODEM usa el protocolo punto a punto (Point to Point, PPP) a través de un enlace con RS-232 en lugar de un enlace Ethernet.

El sistema puede marcar desde afuera a una PC conectada a un MODEM, o la PC puede marcar al sistema, es decir se puede realizar una comunicación bi-direccional entre el sistema y la PC. En la siguiente figura se puede observar este tipo de conexión.

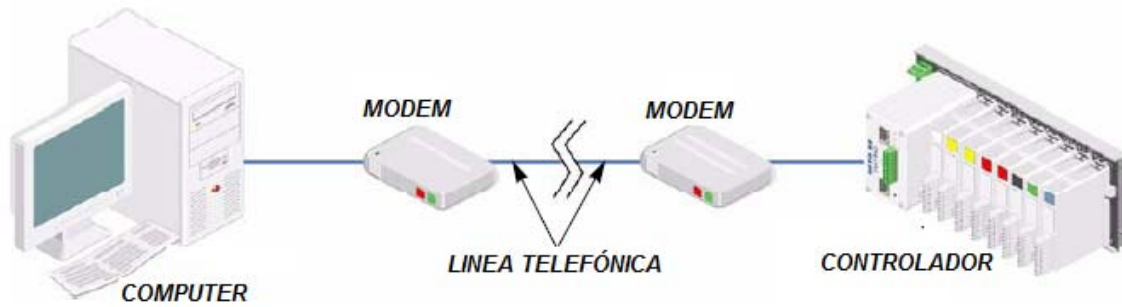


Figura 2.9 Conexión vía MODEM entre el controlador y la PC.

2.3.4 DIAGRAMAS DE LA ARQUITECTURA DE RED

La gran ventaja que posee el controlador SNAP PAC serie R es que posee dos puertos Ethernet y una interfaz serial RS-232, lo cual permite realizar una variedad de diseños y combinaciones para realizar los conexiones entre los controladores y los dispositivos de campo de acuerdo a las necesidades del proceso a controlar.[10]

2.3.4.1 RED DE CONTROL BÁSICO

La siguiente figura muestra al controlador SNAP PAC serie R que usa una sola interfaz de red para comunicarse con la PC principal y los dispositivos de campo. El controlador maneja las E/S en su propio rack o en otras unidades del SNAP PAC E/S.

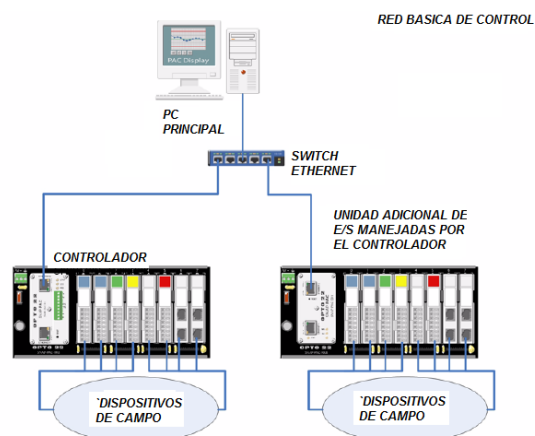


Figura 2.10 Configuración de red básica.

2.3.4.2 SEGMENTACION DE RED: CONEXIONES ETHERNET PARA LA PC PRINCIPAL Y UNIDADES DE E/S

La siguiente figura muestra dos unidades de E/S del OPTO22 conectadas juntas a través de una red Ethernet y controladas por un controlador SNAP PAC serie R mediante programación realizada en el PAC control. Cabe resaltar que para realizar este tipo de conexionado se debe tener PAC Control Professional y el PAC Display Professional junto con el OptoDataLink.

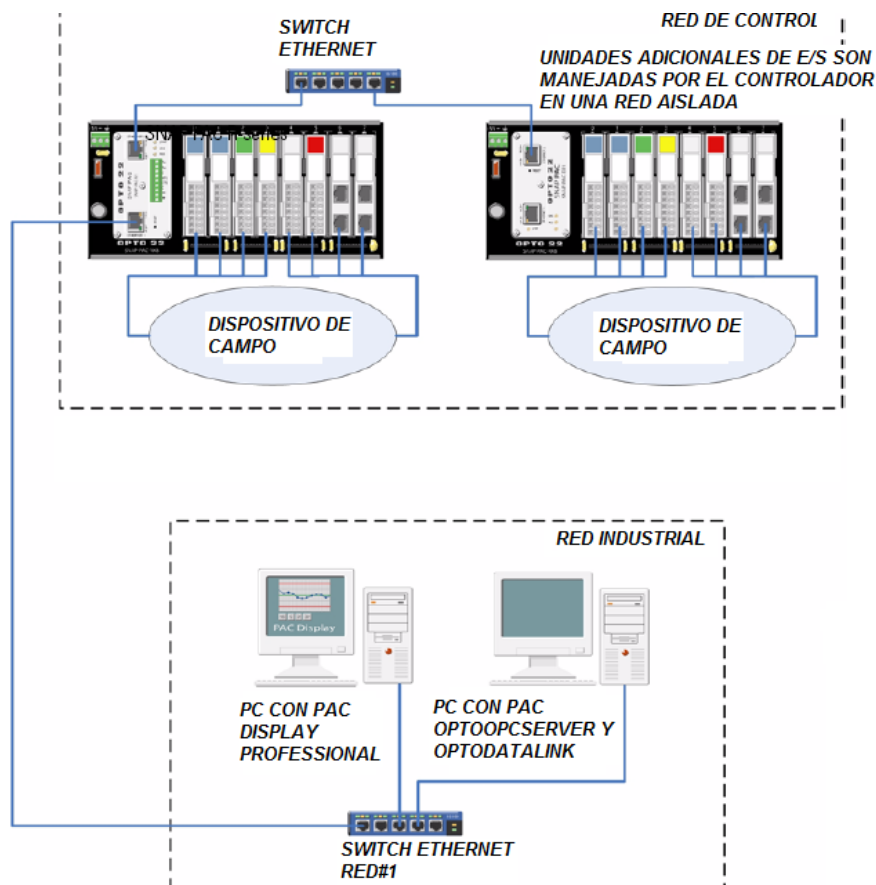


Figura 2.11 Control mediante utilización de dos redes diferentes.

Con este tipo de conexionado el controlador puede estar situado en lugares remotos y enviar datos a la industria donde se encuentran ejecutándose los programas propios del OPTO22 para el control del proceso.

2.3.4.3 ENLACE ETHERNET REDUNDANTE

La siguiente figura muestra dos controladores SNAP PAC serie R funcionando como unidades de E/S conectadas en dos redes Ethernet independientes. Este tipo de configuración es flexible, permitiendo que el sistema nunca deje de controlar el proceso ya que si existe una falla en la red, o se necesita realizar mantenimiento, el software y los controladores siguen funcionando normalmente.

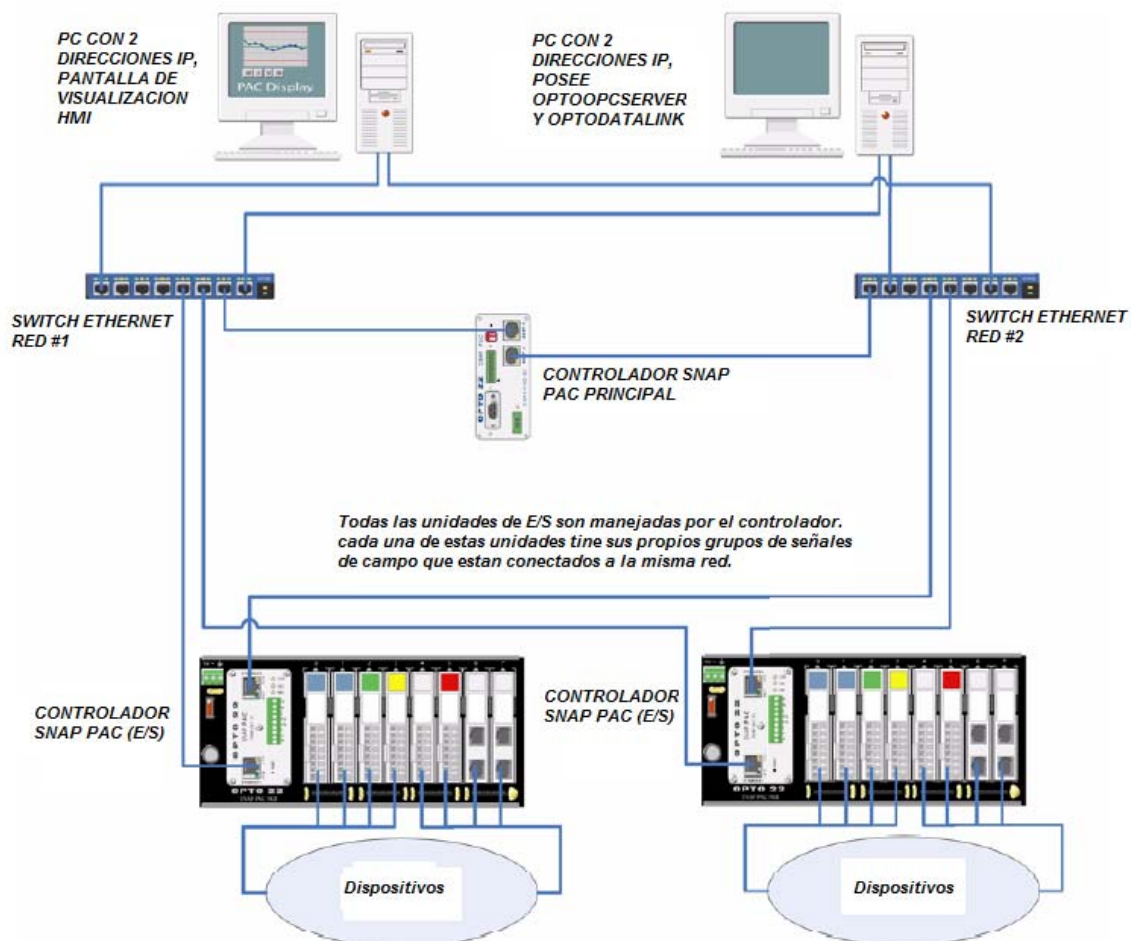


Figura 2.12 Arquitectura de red redundante.

2.3.5 OPCIONES DE COMUNICACIÓN

El SNAP PAC serie R puede comunicarse usando redes TCP/IP o UDP/IP cableadas o inalámbricas.

El controlador SNAP PAC serie R obedece a tres capas del modelo OSI:

- **Capa física:** Todo controlador SNAP PAC serie R se comunica sobre un enlace Ethernet cableado a 10 o 100 Mbps.
- **Capa de transporte:** La clave principal de los controladores SNAP PAC serie R, es el medio que usan para la transmisión de datos el cual es el protocolo IP (Internet protocol).
- **Capa de aplicación:** El hecho de usar un protocolo estándar en la capa de transporte, hace que existan varias opciones de comunicación dentro de esta capa. Después de que el controlador ha sido instalado y tiene asignada una dirección IP, se puede comunicar usando los siguientes métodos:
 - Software PAC Manager, el cual se usa para asignar direcciones IP, configurar puntos de E/S y características propias del controlador.
 - PAC Control, el cual permite ejecutar las estrategias del programa para configurar, leer y escribir en los puntos de E/S del controlador.
 - Aplicaciones propias desarrolladas en cualquier lenguaje de programación (Basic, C++) y los cuales interactúan con el sistema OPTO22 mediante la utilización del software OptoMMP.
 - Modbus/TCP que puede interactuar con sistemas de automatización de terceros, permitiendo el intercambio de información entre otros sistemas y el sistema OPTO22.
 - OPC (OLE for Process Control) que usa OptoOPCServer para leer y escribir datos de E/S entre el controlador y cualquier aplicación OPC como una HMI.
 - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) conecta el controlador SNAP PAC serie R con el servidor de mail de la empresa, para enviar notificaciones del estado del controlador al operador.

- SNMP (Simple Network Management Protocol) hace posible monitorear todos los dispositivos conectados al controlador SNAP PAC serie R mediante manejadores de red Ethernet existentes en las industrias o empresas.
- FTP (file transfer protocol) puede ser usado para transferir archivos y datos del controlador SNAP PAC serie R, a cualquier aplicación del cliente, bases de datos o cualquier sistema de archivos.

2.3.6 CONECTORES

El controlador SNAP PAC serie R posee dos puertos Ethernet independientes, los cuales pueden ser utilizados de acuerdo a las necesidades del usuario, por lo general son usados para realizar redes redundantes dentro de la industria; un puerto serial, led's indicadores de estatus y de la actividad que se esta realizando, un pulsador de reset, y led's de conectividad Ethernet los cuales permiten saber si existe o no conexión entre el controlador y las unidades de E/S. La figura 2.13 muestra una vista frontal del controlador. [11]

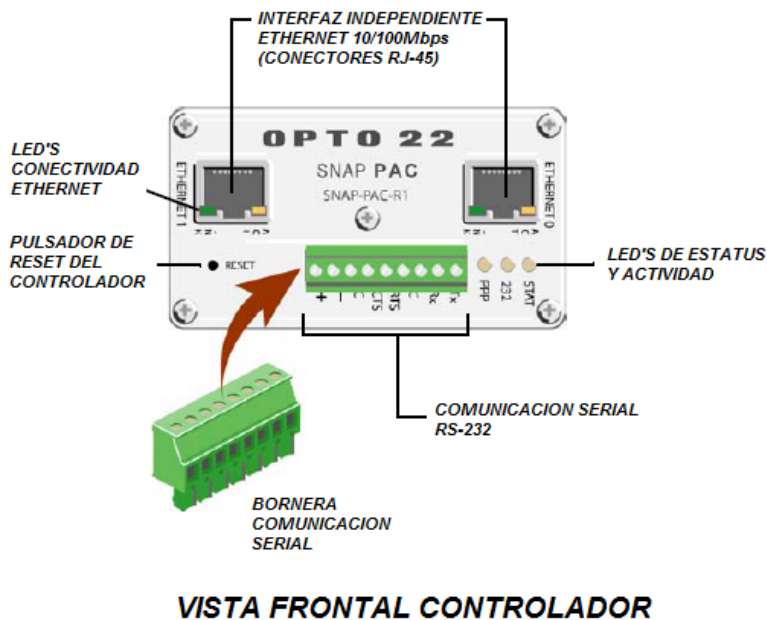


Figura 2.13 Descripción física del controlador SNAP PAC serie R

Los led's indicadores que se encuentran en el OPTO22 representan lo siguiente:

- ACT, red Ethernet activada.
- LNK, enlace establecido con la red Ethernet.
- STAT, status del controlador.
- 232 (serial), color verde = transmisión; rojo = recepción; naranja = transmisión/recepción simultánea.
- PPP, estatus de la conexión punto a punto.

2.3.7 DIMENSIONES

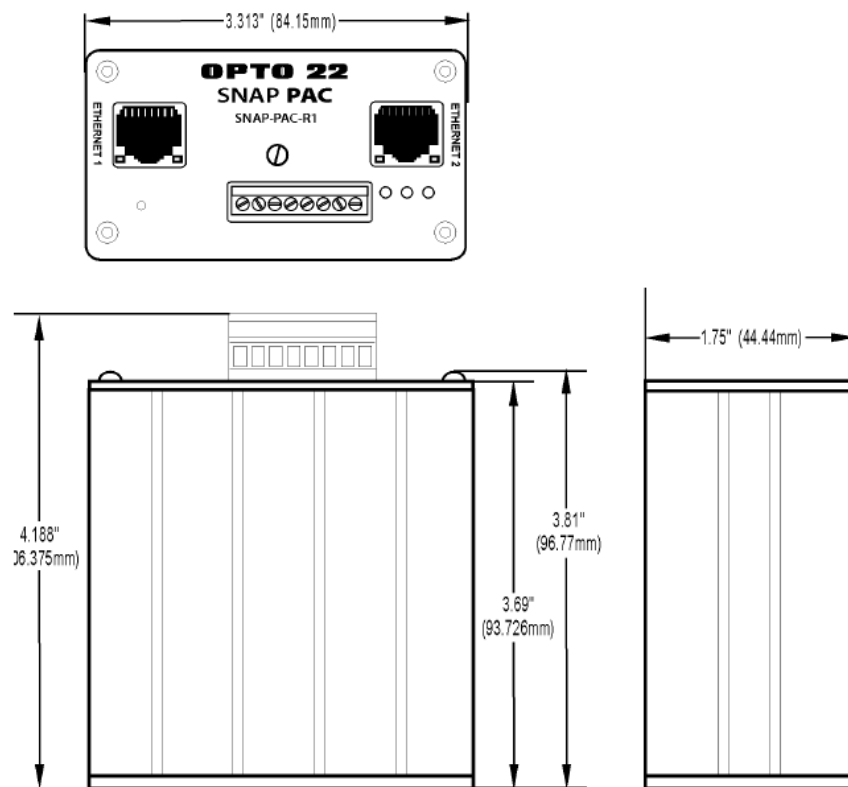


Figura 2.14 Dimensiones del OPTO22

Las dimensiones del OPTO22 lo hacen un equipo fácil para manejarlo y manipularlo. En el plano CE-001-PAC-2 del anexo A se visualizan de mejor manera las dimensiones del OPTO22.

CAPITULO III

DISEÑO DE HARDWARE DEL SISTEMA INMÓTICO

Uno de los principales aspectos dentro del diseño de sistemas inmóticos es la elección del hardware a utilizar para todos los subsistemas que se van a integrar dentro de la edificación. El objetivo principal de este proyecto es hacer un sistema abierto que permita la integración de distintos dispositivos al sistema inmótico sin ninguna limitación y así poder hacer de este sistema flexible y económico para su implementación.

En el Capítulo I en el apartado 1.4, se expusieron antecedentes y necesidades dentro del hospital, lo cual se resume a continuación:

Antecedentes:

- Posee una central de alarmas de marca Honeywell vista 20 P.

Necesidades:

El Hospital dentro de sus instalaciones desea:

- Realizar un control de accesos.
- Monitorear las alarmas de seguridad.
- Conseguir un ahorro energético controlando la iluminación de corredores.
- Tener un control y visualización mediante una interfaz en el computador.

El alcance de este proyecto no está en explicar el cómo se desarrolló el diseño de los diferentes subsistemas en cuanto a normas para ubicar los diferentes dispositivos, sino más bien el proyecto en estudio está enfocado al diseño del hardware en los aspectos de

conexionado, comunicación, arquitectura con el controlador a utilizar, en este caso el PAC (Controlador de automatización programable).

En el presente capítulo se tratará el diseño de hardware de:

- Control iluminación de corredores y pasillos.
- Control de accesos.
- Monitoreo de Alarmas.
- Integración de los sistemas.

3.1 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS

El sistema de control de accesos permite de forma general el control del paso de personas por zonas restringidas dentro de la edificación. Esta restricción se lo puede realizar mediante detectores de metales, barreras infrarrojas, etc. El objetivo principal de este sistema es el de identificar la circulación de personas dentro de una área determinada, tomando en cuenta la hora y fecha de salida y de entrada. Esto se lo realiza mediante la utilización de tarjetas magnéticas de identificación, llaves codificadas, teclado con clave de apertura, lector de huellas dactilares, pupilas, activación por voz, o cualquier otra señal biométrica.

En el mercado existe una diversidad de lectores lo cual permite al usuario tener amplias opciones para su elección. Es importante observar antes de adquirir un lector magnético el formato de salida de los datos, o en otras palabras el protocolo de comunicación que utiliza para poder transportar los datos.

Dentro del ámbito del control de accesos los dispositivos más utilizados o que se encuentran con mayor frecuencia son aquellos que utilizan protocolo de comunicación Wiegand.

3.1.1 PROTOCOLO WIEGAND

Este protocolo de comunicaciones es utilizada por las lectoras para pasar datos a los controladores, según convención industrial aceptada.

Permite la numeración desde 1 a 65535. Para permitir un mayor número de tarjetas, sin duplicaciones, se agrega un código extra de 3 dígitos, llamado “sitio” o “edificio”.

Como todo protocolo de comunicaciones, el Wiegand consta de dos partes fundamentales: Aquella que describe el modo en que físicamente se transmite la información digital y la forma de interpretar numéricamente dicha información.

3.1.1.1 TRANSMISIÓN DE DATOS

La transmisión de datos Wiegand usa tres hilos. La línea para enviar los unos lógicos o DATA1, la línea para hacer lo propio con los ceros lógicos o DATA0 y la línea de masa de referencia de ambos o GND. Los niveles que se usan son ó Bajo, a nivel de GND, o Alto a +5V o VCC.

En estado de reposo, o sea: sin transmitir, la línea de GND es exactamente lo que es GND y siempre está en bajo, y las líneas DATA1 y DATA0 están en alto, a nivel de +5V ó VCC.

Para transmitir un Bit 1 se envía un pulso a Bajo, normalmente de 50 uS (microsegundos) de duración, por la línea DATA1, mientras DATA0 permanece en Alto.

Para transmitir un Bit 0 se envía un pulso a Bajo, también de la misma duración 50 uS (microsegundos), por la línea DATA0, mientras ahora es DATA1 la que permanece en Alto.

Normalmente la separación entre cada pulso y el siguiente es de aproximadamente 2mseg (milisegundos).

En el siguiente gráfico se puede observar la transmisión de la secuencia 1010 a través del protocolo Wiegand.

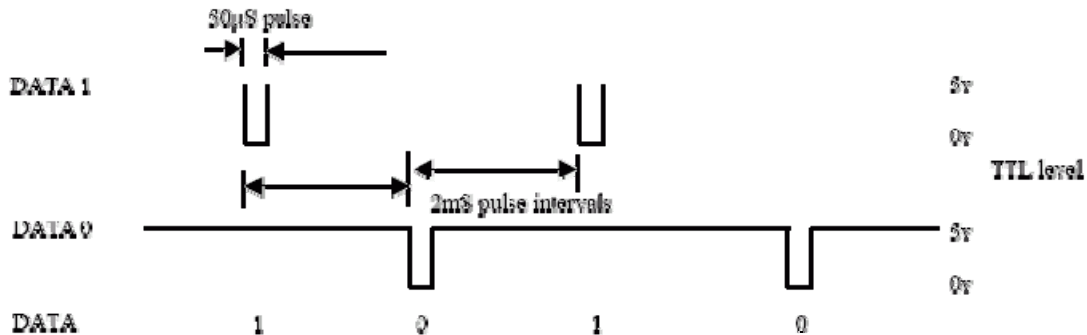


Figura 3.1 Transmisión de datos mediante protocolo wiegand

3.1.1.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

Una vez descrito la forma de transmisión de los datos, se puede transmitir cualquier número de bits, sin embargo hay un cierto consenso en ciertos números de bits: 26, el más utilizado, 32, 44 ó 128. Y la interpretación de los mismos, salvo el de 26, es tan diversa dependiendo de los fabricantes.

El Wiegand 26, es el formato de trama más utilizado para realizar control de accesos dentro de edificaciones y su interpretación es como sigue:

- El primer Bit, B0, es la paridad Par de los primeros 12 bits transmitidos (B1:12).
- Del bit1 al bit8 se lo conoce como Facility Code.
- Los 16 bits siguientes: bit9 al bit24 se conoce como User Code; y,
- El último bit, B25, es la paridad impar de los últimos 12 bits transmitidos. (B13:24)

Como ejemplo de interpretación se puede citar la siguiente secuencia Wiegand de 26 bits:

P **I**
1 **00000100011** **0000000100010** 1

Donde;

- Paridad par = 1
- Facility Code = 00000100 = 4 (decimal)
- User Code = 0110000000100010 = 24610 (decimal)
- Paridad impar = 1

Este ejemplo constituye el Facility Code + User Code = 4-24610, la paridad P es 1 para hacer Par la secuencia de 00000100011 que tiene tres unos y la paridad I es también 1 para hacer impar la secuencia 0000000100010 que sólo tiene dos unos.

Los demás tipos de Wiegand's tienen interpretaciones distintas, así el Wiegand 32 no lleva paridad y tanto el Facility Code como el User Code son dos números enteros de 16 bits. En el Wiegand 44 los 8 primeros bits son el Facility Code, los 32 siguientes son el User Code y los 4 últimos son el OR EXCLUSIVO de los 40 bits anteriores tomados de 4 en 4.

En el Anexo F se adjunta un catalogo de lectores de la marca ROSSLARE, en el cual se puede observar las características de diversos dispositivos.

La ventaja del sistema inmótico del hospital “Un canto a la Vida” es que es un sistema abierto, el cual permite adquirir dispositivos de cualquier marca sin tener problemas al momento de acoplar al sistema inmótico.

Los aspectos básicos que se tomaron en cuenta para el diseño del sistema de control de accesos fue el siguiente:

- Las lectoras ya sean de tipo: tarjetas magnéticas, huellas dactilares, entre otras, deberán estar instaladas en el las puertas de acceso/salida, del área a ser controlada.
- Si existiera consultorios en los cuales existe equipo costoso, o donde el acceso sea restringido solo para doctores o personal idóneo para realizar alguna actividad específica, como un laboratorio, también se instalarán lectoras.
- Las lectoras serán instaladas en los dos lados de la puerta, una lectora para el ingreso y otra para la salida o viceversa.
- El control de accesos va a ser de dos tipos: libre y restringido, de acuerdo al tipo de persona que este ingresando a Consulta Externa.

En el Anexo A se encuentran los planos CE-002-CA-01 correspondientes al diseño del control de accesos.

En los planos se encuentra la distribución física de las lectoras en el área de consulta externa, en donde se puede observar que estas lectoras (magnéticas, huellas dactilares, etc), se encuentran ubicadas en los dos lados de las puertas donde se necesita un control del personas que circulan por determinada área. Este control se lo hará mediante dos condiciones las cuales son: acceso libre y acceso restringido. El acceso libre será designado para el público en general y el restringido para los trabajadores del hospital que deban tener acceso a ciertas áreas. Esta validación se la realizará a través del controlador (PAC), el cual mediante programación manejará la apertura de las distintas puertas del hospital.

Las lectoras están conectadas por zonas que se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

- Zona de consulta externa.
- Zona de emergencia.

El cableado de cada zona se encuentra concentrado en una caja de control donde llegan todas las señales y desde donde serán llevadas hacia el controlador el cual va a permitir o no el acceso a determinada área.

El siguiente diagrama muestra de forma general el diseño para el control de accesos.

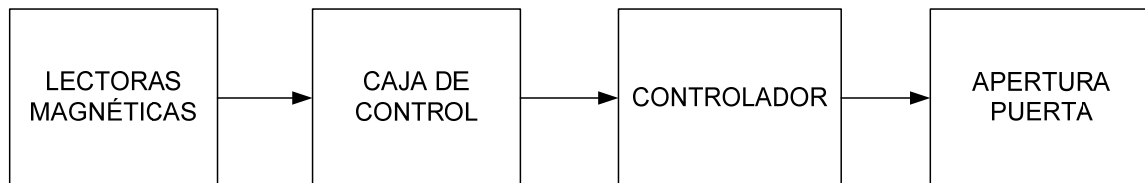


Figura 3.2 Diagrama de bloques general del funcionamiento del control de accesos

3.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación permitirá controlar el encendido y apagado de las luces de los pasillos, obteniendo de esta manera ahorro energético y un aumento del ciclo de vida de las luminarias dentro del hospital.

Este sistema brindará a los trabajadores mayor confort y seguridad para realizar los trabajos que impliquen la manipulación de luminarias.

Los planos del diseño del sistema de iluminación se encuentran adjuntos en el anexo A con el código CE-003-ILUM-01.

Como se puede observar en los planos, la luminarias a controlar son aquellas que se encuentran en espacios públicos como corredores, salas de espera, etc, donde en ocasiones las lámparas permanecen encendidas todo el día realizando un alto consumo de energía. Con el diseño de este sistema se puede contar con luces de nivel medio y alto. Las luces de nivel alto sería cuando se encuentran todas las luminarias encendidas, mientras tanto las luces de nivel medio sería cuando uno de los circuitos se encuentra encendido y el otro apagado.

A un lado de cada sub-tablero eléctrico donde se encuentran los breakers de los circuitos de iluminación se encuentra una caja de control (C.C) donde se encontrarán una serie de contactores que estarán a la espera de la señal de activación para alimentar los circuitos de iluminación.

El siguiente diagrama explica lo anteriormente mencionado.

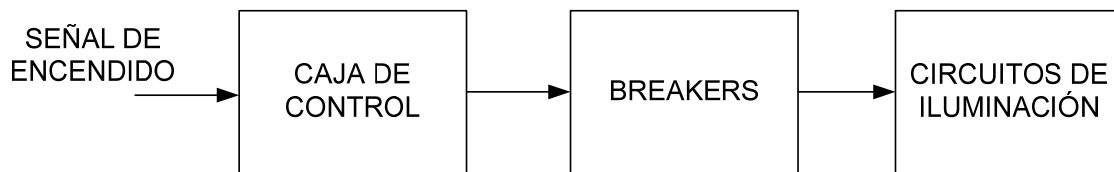


Figura 3.3 Diagrama de bloques general del funcionamiento del sistema de iluminación.

La señal de activación energiza las bobinas de los contactores enclavándolos y permitiendo el paso de energía. Los breakers son dispositivos de protección que no permiten que equipos conectados fuera de los circuitos sufran daños por cortocircuitos, en este caso los breakers protegen los elementos que se encuentran en la caja de control.

3.3 MONITOREO DE ALARMAS

Como se mencionó al inicio del capítulo, el Hospital posee una central de alarmas de la marca Honeywell ADEMCO VISTA-20P la cual posee las siguientes características:

- Tiene 2 particiones, las cuales protegen dos áreas distintas a la vez.
- Posee la opción de programar zonas en común, lo cual permite programar una zona en común entre las dos particiones para que, mientras la primera partición de arma o se activa, la otra se desactive o se desarme y se pueda ingresar.
- Protege un total de 68 zonas, de las cuales 8 zonas vienen embebidas en la tarjeta principal, y las otras se las pueden ampliar mediante la utilización de módulos de expansión.

- Posee un protocolo de transmisión de datos propietario lo cual no permite la obtención de datos por medio de un computador para poder controlarlo. Utiliza su propio software para comunicación con el computador.

La central de alarmas dentro del hospital se encarga del manejo de los sistemas de seguridad y de incendios.

El sistema de seguridad consta de sensores de presencia y/o movimiento que se encuentran ubicados según se muestra en los planos CE-005-SEG-01. Se puede observar que los sensores se encuentran ubicados en todos los consultorios y en los lugares de libre acceso como son los pasillos, de tal manera que se protegen todos los posibles accesos hacia la parte interna del hospital. En la puerta de ingreso también se tiene un sensor magnético que detecta el cierre y la apertura de la puerta.

El sistema de detección de incendios consta de dos elementos principales los cuales son: los detectores o sensores de incendio propiamente dichos y las estaciones manuales.

La central de alarmas detecta dos señales, la una proveniente de los sensores de incendio cuando detectan alza de temperatura o presencia de humo y las estaciones manuales las cuales son activadas mediante las personas que se encuentren en el lugar del incidente. La ubicación de estos dispositivos dentro del hospital se ilustran en los planos que se encuentran al final del capítulo.

Los sensores de incendio y los sensores de presencia se encuentran conectados en serie como se muestra en la siguiente figura:

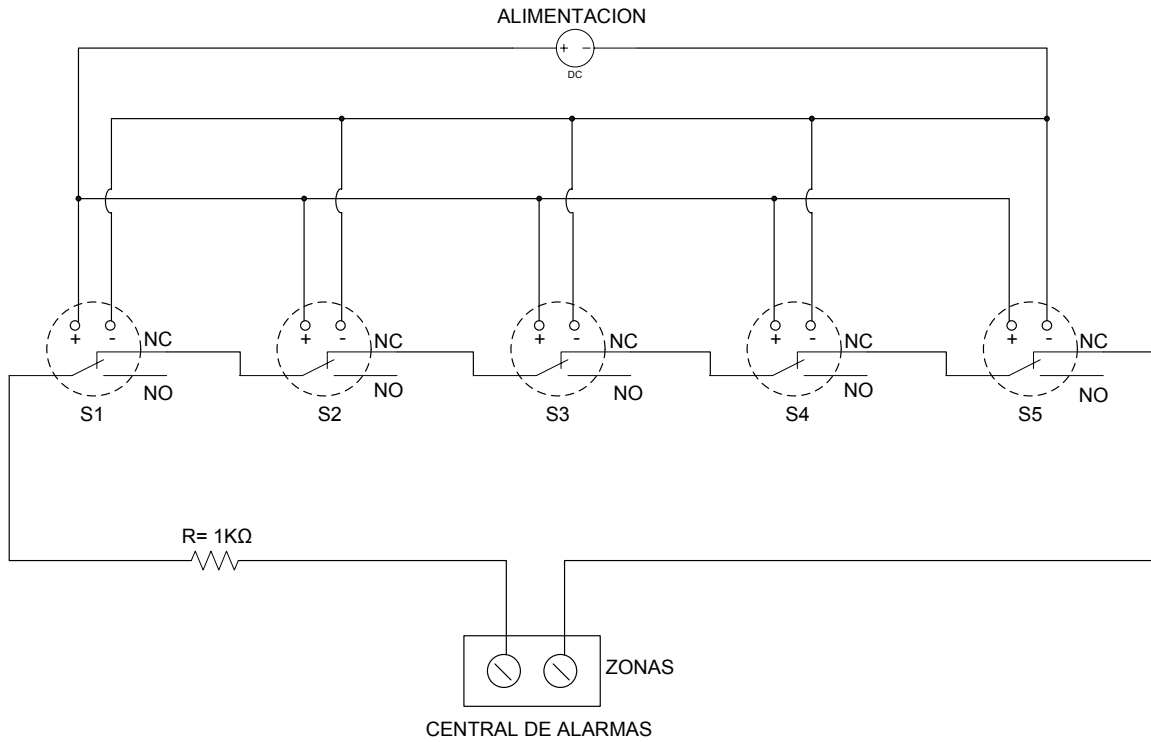


Figura 3.4 Circuito de conexión de los sensores de presencia y los sensores de incendio.



Figura3.5 Ilustración del Sensor detector de humo y calor



Figura3.6 Ilustración del sensor de presencia o movimiento

Los sensores tienen relés que tienen dos posiciones: NO= normalmente abierto y NC= normalmente cerrado. Los sensores de presencia y los sensores de incendio (S1,S2, etc) están conectados a la salida normalmente cerrada, esto quiere decir que mientras no exista ninguna anomalía dentro de las instalaciones del hospital los sensores estarán enviando un 1 o presencia de señal a la central de alarmas, cuando exista alguna alarma este contacto cambia de estado a normalmente abierto provocando de esta manera que el circuito se abra y la central de alarmas reciba en sus terminales un 0(Cero) o ausencia de señal.

Las estaciones manuales se encuentran conectadas en serie de la siguiente manera:

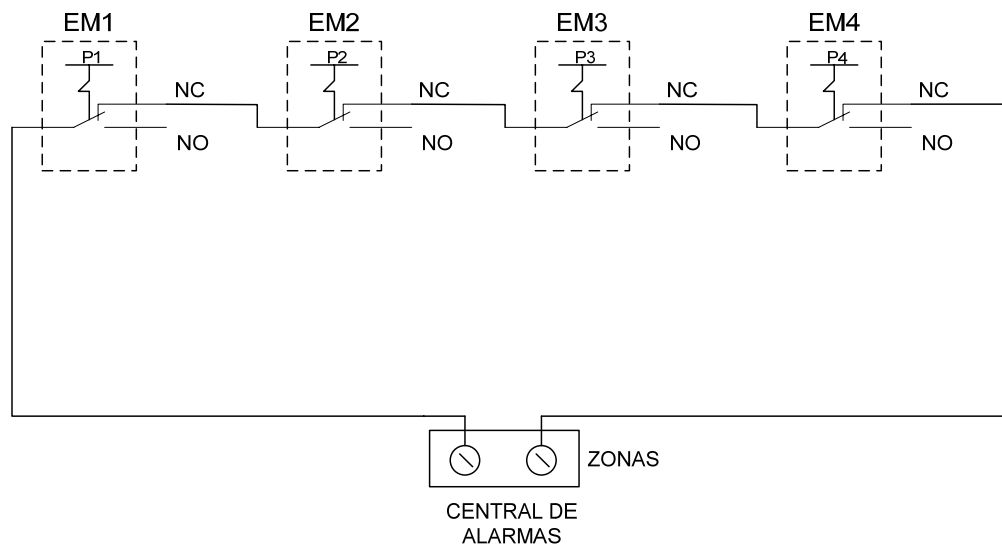


Figura 3.7 Circuito de conexión de las estaciones manuales de incendio



Figura 3.8 Ilustración de la estación manual

Las estaciones manuales de incendio no son más que unas palancas que una vez que son activadas por alguna emergencia se quedan enclavadas mientras dure la alerta. Cuando ha pasado la emergencia para regresar la palanca o pulsador a su estado normal con una llave especial se abre el dispositivo y se desenclava el pulsador.

Mientras el pulsador o palanca no se encuentre activada o enclavada, la estación manual de incendio da continuidad entre los dos terminales de la central de alarmas a la que se encuentre conectado. Cuando existe una emergencia y es activada la estación manual, desaparece la continuidad entre los dos terminales de la central de alarmas produciéndose la alarma.

Todos estos dispositivos se encuentran zonificados de la siguiente manera en la central de alarmas:

ZONA	DESCRIPCIÓN
1	Estaciones manuales de incendio P.A
2	Sensores de humo y calor P.A
3	Circuito 12 P.A (sensores de movimiento)
4	Circuito 14 P.A (sensores de movimiento)
5	Circuito 11 P.A Consultorios (sensores de movimiento)
6	Circuito 13 P.A Consultorios (sensores de movimiento)
7	Tampers Sirenas
8	Circuito 1 Pasillos P.B (sensores de movimiento)
9	Sensores de humo y calor P.B
10	Estaciones manuales de incendio P.B
11	Circuito 10 P.B
12	Circuito 8 y 9 P.B
13	Circuito 6 y 7 P.B
14	Circuito 2 P.B
15	Circuito 4 y 5 P.B
16	Sensor magnético puerta de ingreso PB

Tabla 3.1 Especificación de cada zona de la central de alarmas

Para el monitoreo de las señales de alarma de la central se la realizará mediante la utilización de módulos de salida de relé los cuales se conectarán a la central y se las programarán para cuando exista alguna alarma se activen y de esta manera poder utilizar estas señales para registrar el evento sucedido. El módulo que se conectará a la central es

el 4204 de la Honeywell. En la sección concerniente al hardware de integración se ampliará la información sobre este módulo.

El monitoreo de alarmas permitirá a los trabajadores del hospital poder visualizar el estado de la central de alarmas desde el computadora, para de esta manera tomar decisiones preventivas y correctivas de manera rápida ante alguna señal de alarma.

3.4 HARDWARE DE INTEGRACIÓN

Una vez expuesto los sistemas con que va a contar el área de consulta externa del hospital “Un Canto a la Vida”, el siguiente paso es desarrollar el hardware que permitirá la integración de los mismos.

3.4.1 HARDWARE DEL SISTEMA CONTROLADOR

El cerebro de todo el sistema va a ser el Opto22 SNAP-PAC-serie-R1, el cual se lo estudió en el anterior capítulo, y es un controlador de automatización programable (PAC), el cual combina las características propias de funcionamiento de la PC con las características típicas de un controlador lógico programable (PLC) en tiempo real.



Figura 3.9 SNAP-PAC-R1

EL SNAP-PAC- serie R1 va montado sobre un RACK que para las necesidades del área de consulta externa es de 8 posiciones. Sobre este rack van a ir conectados todos los

módulos de E/S que sean necesarios para realizar el control y monitoreo de las instalaciones del hospital (ver plano del conexionado del sistema controlador). Los módulos que se instalarán serán expuestos en apartados posteriores de acuerdo al hardware del sistema que se exponga.



Figura 3.10 Módulos de E/S del Opto22

El PAC necesita de una red de computadores donde se encuentren ejecutándose los programas necesarios para la interfaz hombre-máquina (HMI) y la adquisición de datos.

En el plano correspondiente al hardware del sistema controlador, se puede visualizar los elementos necesarios para el sistema inmótico del Hospital “Un Canto a la Vida”.

Al sistema principal se acopla un tablero de control el cual va a permitir que el sistema inmótico funcione de manera manual y automática para el sistema de iluminación. Este tablero permite realizar trabajos de mantenimiento en las iluminarias deshabilitando las HMI y así permitir un trabajo mas seguro para el personal de mantenimiento.

Este tablero de control posee indicadores del estado de comunicación del controlador, así como pulsadores de emergencia en caso de presentarse algún tipo de situación grave en la que se amerite alertar a todo el hospital.

Su alimentación es de 120V como se puede observar en el plano correspondiente al circuito de alimentación del panel de control al final del capítulo.



Figura 3.11 Tablero de control sistema inmótico

3.4.2 HARDWARE DEL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS

En el sistema de control de accesos expuesto en el apartado 3.1, se expuso que la principal característica de las lectoras es el protocolo con que envían y reciben los datos. Este protocolo comúnmente es el Wiegand.

Al controlador se debe instalar un módulo que permita traducir los datos enviados por las lectoras hacia el controlador. Opto 22 cuenta con un módulo Wieland exclusivo para realizar control de accesos, el nombre de este módulo es SNAP-SCM-W2.

Es un módulo de comunicación serial que provee dos canales aislados, para la transmisión de datos de dispositivos que utilicen como formato la interfaz Wiegand. Es ideal para aplicaciones de control de accesos, ya que utiliza el protocolo wiegand estándar de 26 bits.

El módulo recibe datos provenientes de las lectoras de tarjetas, teclados y otros dispositivos que dispongan de este protocolo. Estos datos se procesan en el controlador y mediante programación se toman decisiones dentro de las instalaciones.

Las características principales de este módulo son:

- Dos puertos seriales individuales de interfaz Wiegand.
- Compatible para trabajar con todos los controladores de la familia Opto22.
- Se pueden conectar hasta 8 módulos por rack.
- Posee led's indicadores para datos recibidos para cada puerto.
- Trabaja con el software I/O control del Opto22 y con lenguajes de programación como Visual Basic.
- Trabaja con la misma alimentación del rack (5VDC).

En el anexo se adjunta el datasheet del módulo para ampliar la información sobre el mismo.



Figura 3.12 SNAP-SCM-W2

Este sistema también utilizará módulos de salida digital para la apertura de puertas cuando el controlador de la orden. Este módulo es el SNAP-OAC5 y el cual se explica brevemente en el sistema de iluminación.

3.4.3 HARDWARE DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para el sistema de iluminación se utilizarán módulos de salida digital, los cuales enviarán señales de activación hacia los circuitos de iluminación como se ve en la figura 32.

El módulo de salida digital que se utilizará es el SNAP-OAC5, el cual da una salida de 12 a 250VAC y el SNAP-ODC5R, el cual da una salida de 5 VDC. Para su mejor entendimiento en los anexos se adjunta los datasheets de los módulos de salida de la familia Opto22.

En el plano de conexiones de entradas y salidas que se encuentra al final del capítulo, se puede observar la manera en que se conecta este módulo.



Figura 3.13 SNAP-OAC5

3.4.4 HARDWARE DEL TABLERO DE CONTROL Y CENTRAL DE ALARMAS

Para obtener las señales del tablero de control y de la central de alarmas se utilizará módulos de entradas digitales. El módulo de la familia Opto22 que se instalará es el SNAP-IAC5, el cual soporta voltajes de entrada de 90 hasta 140VDC. Para su mejor entendimiento en los anexos se adjunta los datasheets de los módulos de entrada de la familia Opto22.



Figura 3.14 SNAP-IAC5

En el plano de conexiones de entradas y salidas que se encuentra al final del capítulo, se puede observar la manera en que se conecta este módulo.

Para la comunicación de la central de alarmas con el controlador, específicamente con el módulo SNAP-IAC5 se hace necesario un módulo de salidas a relé para la central de alarmas Honeywell ADEMCO VISTA-20P, la cual se la conecta al módulo se la programa para que cuando alguna zona se alarme se dispare el relé y de una señal al controlador. Esta conexión se la muestra en el plano de conexión módulo 4204 con el SNAP-IAC5.

Las características principales del módulo 4204 son:

- Posee 4 relés programables.
- Fácil de cablear a la central de alarmas.
- Fácil de instalar en cualquier tablero, por sus dimensiones.

En el anexo se adjunta el datasheet de este dispositivo 4204 para la central ADEMCO.

3.5 RESUMEN

Una vez expuesto todo el hardware que permitirá la integración de los diferentes sistemas del hospital al sistema inmótico, se procederá a realizar un pequeño resumen en el cual se indique el sistema implicado y el hardware a utilizar.

La siguiente tabla muestra lo anteriormente indicado:

SISTEMA	HARDWARE	E/S	TIPO
Control de iluminación	SNAP-OAC5	S	DIGITAL
Control de accesos	SNAP-OAC5 Y SNAP-SCM-W2	E/S	DIGITAL
Tablero de Control	SNAP-IAC5	E	DIGITAL
Monitoreo de alarmas	SNAP-IAC5	E	DIGITAL

Tabla 3.2 Resumen de E/S

S= SALIDA

E= ENTRADA

Cuando exista señales provenientes de alarmas se activarán luces de emergencia y de salida dependiendo del tipo de alarma, para eso se utilizará los mismos módulos de salida utilizados en los sistemas de iluminación y apertura de puertas en el sistema de control de accesos.

3.6 DESCRIPCIÓN DE PLANOS

Los planos correspondientes a esta sección son los siguientes y los cuales se encuentran en el Anexo A.

DIBUJO	DESCRIPCIÓN	ANEXO
CE-010-01	Hardware del Sistema Controlador	A
CE-010-02	Conexionado del Sistema Controlador	A
CE-010-05	Circuito de Alimentación Panel de Control	A
CE-010-06	Conexionado de los módulos de entrada/salida	A
CE-001-PAC-1	Dimensiones SNAP PAC RCK8	A
CE-001-PAC-2	Dimensiones Controlador SNAP PAC R1	A
CE-001-PAC-3	Dimensiones Módulo de E/S	A
CE-001-PAC-4	Conexión centrada de alarmas con módulo de E/S del Opto22	A
CE-002-CA-01	Control de accesos	A
CE-003-ILUM-01	Iluminación	A
CE-004-INC-01	Incendios	A
CE-005-SEG-01	Seguridad	A
CE-006-SE-01	Señalización	A

Tabla 3.3 Código de Planos

CAPITULO IV

DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA INMÓTICO

Una vez que se ha expuesto el Hardware que formará parte del Sistema Inmótico del Hospital “Un Canto a la Vida”, tanto para sus subsistemas como para el sistema controlador, el siguiente paso es la realización del software de control que gobernará dicho sistema.

El software de control permite la parametrización, puesta en marcha y seguimiento o mantenimiento del sistema inmótico. Este controla el hardware de control y se comunica con el mismo. El software de control puede tomar como plataforma cualquier sistema operativo existente, teniendo en cuenta para la elección del S.O en que se trabajará que la principal característica del sistema inmótico es la de mejorar la calidad de trabajo de los funcionarios del establecimiento y es por esto que el software debe ser amigable y fácil de manejar.

El software que se utilizará para la realización del Sistema Inmótico del Hospital “Un Canto a la Vida”, es propio del Opto22 y es el PAC Project el cual se forma por un paquete de programas el cual permite desde la configuración del PAC, ejecución del programa, elaboración de HMI y adquisición de información en Bases de Datos. En el segundo capítulo se encuentra explicado cada uno de los paquetes que conforman el PAC Project.

La programación del sistema inmótico se la realizará mediante la utilización de módulos los cuales estarán encargados del control de cada uno de los sistemas que fueron expuestos en el capítulo anterior.

Como se expuso en el primer capitulo el alcance del presente proyecto esta sujeta al sector de consulta externa.

Los módulos de programación son los siguientes:

- **Control de iluminación interior:** Permite observar y decidir cuándo encender y apagar las luces de los pasillos del Hospital.
- **Control de iluminación exterior:** Permite encender o apagar las luces de los postes del parqueadero de manera automática y manual. Para el estado automático se utiliza programación horaria para que obtenga el programa la hora del sistema y encienda o apague las luces.
- **Control de Accesos:** Permite o no el paso de personal a las diferentes áreas del hospital.
- **Emergencia:** Permite indicar al sistema la existencia de una alarma especial, alertando al todos los ocupantes del hospital para su evacuación.
- **Monitoreo de Alarmas:** Permite enviar señales ópticas y/o sonoras cuando una zona de la central de alarmas se activa.
- **Inicio:** Es el módulo principal donde al ejecutarse por primera vez el programa arrancan todos los módulos anteriores.

Estos módulos permitirán que todos los sistemas del hospital se integren y puedan ser manejados desde un solo sitio. Cada uno de los módulos anteriormente indicados serán expuestos con sus respectivos diagramas de programación más adelante.

Uno de los aspectos más importantes dentro del sistema inmótico como se expuso en el primer capítulo es el de seleccionar la topología y el tipo de arquitectura a utilizar:

- Topología: en bus
- Arquitectura: Distribuida

El los planos CE-010-03 Y CE-010-04 que se encuentra en el anexo se puede observar la topología y la arquitectura del sistema inmótico a realizar. En el plano CE-010-03 se observa de manera general la arquitectura que se deberá utilizar para el sistema inmótico completo del hospital “Un Canto a la Vida”, en el cual se puede apreciar claramente que la arquitectura es distribuida y que cada controlador existente se comunica mediante un bus de comunicaciones, mientras que en el plano CE-010-04 se muestra la arquitectura ampliada de área de consulta externa en la que se puede observar que el controlador asignado a dicha área puede controlar otros sistemas que se desea implementar a nivel de esa área.

La red de los controladores posee redundancia, esto permite que si existe un fallo en una de las redes inmediatamente entra a trabajar la otra, evitando de esta manera perder el control sobre el sistema.

La arquitectura de tipo distribuida tiene la principal ventaja que cada área posee el control de sus dispositivos y estos a su vez son controlados desde un solo computador. Cada sistema posee inteligencia para realizar su control de acuerdo a sus necesidades, si falla el control de cualquiera de los controladores no afectará a los demás sistemas de las otras áreas.

Una vez entendido el tipo de arquitectura que se utilizará, se procederá a explicar cada uno de los módulos del software que gobernará el sistema inmótico.

4.1 MÓDULO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN INTERIOR

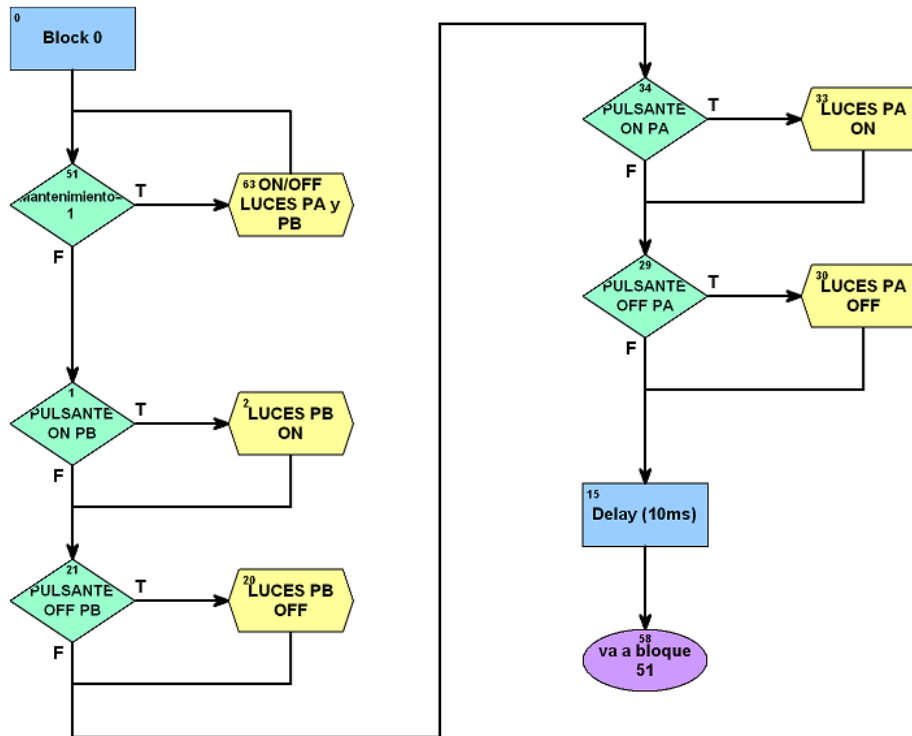


Figura 4.1 Diagrama de flujo del Módulo iluminación interior.

Este módulo básicamente tiene la función de encender y apagar las luces de los pasillos de consulta externa tanto de la planta alta (PA) como de la planta baja (PB) desde la HMI ó desde el tablero de control (modo manual/mantenimiento).

La condición principal es la que lee al inicio del programa la entrada correspondiente al estado en que se encuentra el sistema de iluminación (estado manual/mantenimiento ó manejo desde la HMI), si la condición es igual a 1 (uno) significa que esta se encuentra en mantenimiento y solo se podrá manipular el sistema desde el tablero de control, deshabilitando el manejo del encendido/apagado desde la HMI, mientras que, si la condición es igual a 0 (cero) se deshabilita el manejo desde el tablero de control pudiendo manejar el sistema de iluminación desde la HMI del operador. Ver Figura 4.1.

En la Figura 4.2 se observa que si el programa se encuentra en el estado de mantenimiento=1, el programa ejecuta el bloque de acción (ON/OFF LUCES PA y PB), en donde las luces se encienden mediante el accionamiento de los switches del tablero de control, mientras que para el otro caso (Figura 4.3) (mantenimiento=0), se tienen variables asignadas a pulsadores graficados en la HMI los cuales activaran las salidas para encender/apagar las luminarias.

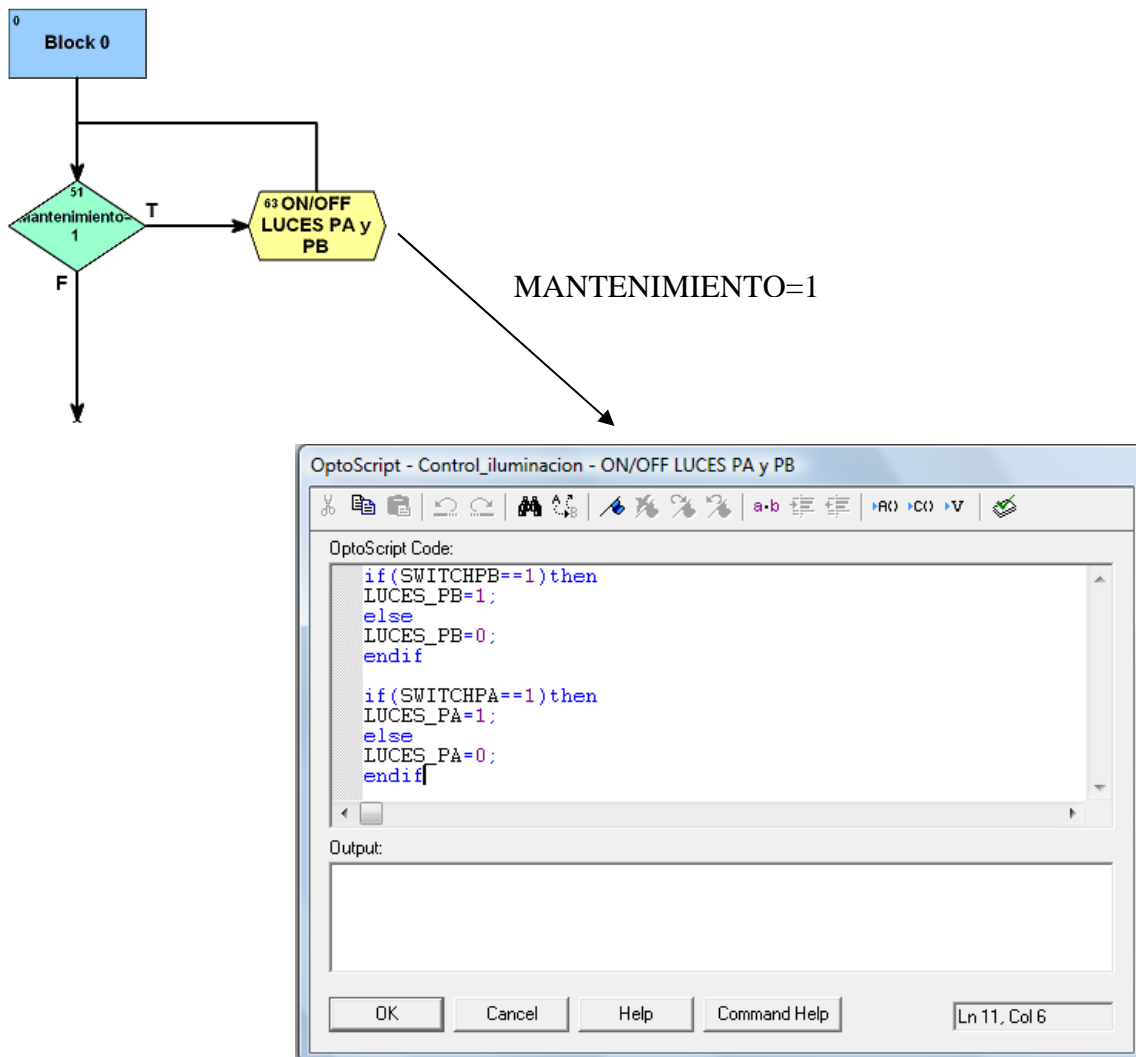


Figura 4.2 Diagrama de flujo estado manual/mantenimiento

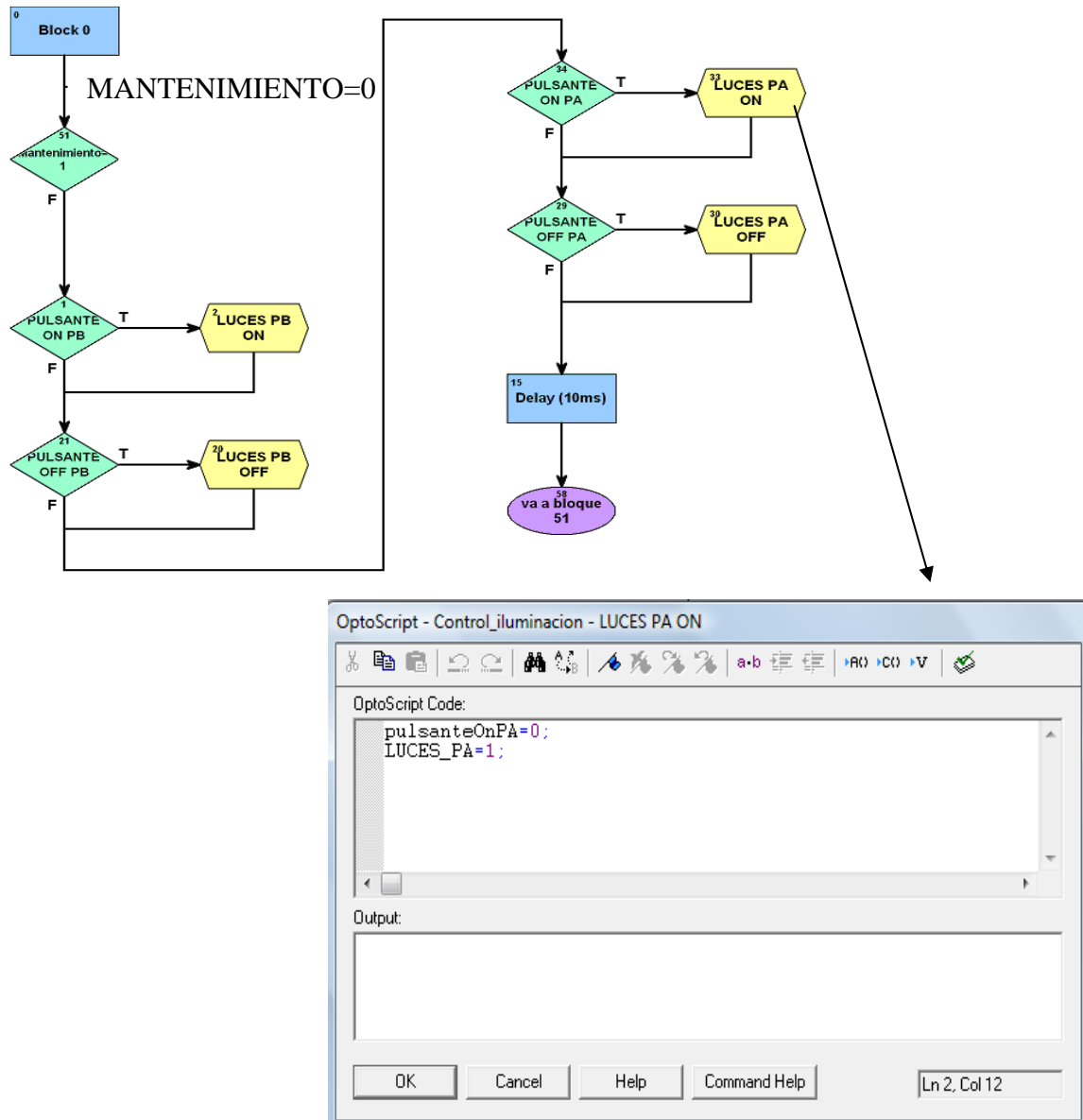


Figura 4.3 Diagrama de flujo para manejo desde HMI

En la Figura 4.3 el programa de control en el bloque de acción pregunta si la variable asignada al pulsador en la HMI es igual a 1 para ejecutar el bloque de acción y encender o apagar el circuito de iluminación según sea el caso.

4.2 MÓDULO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

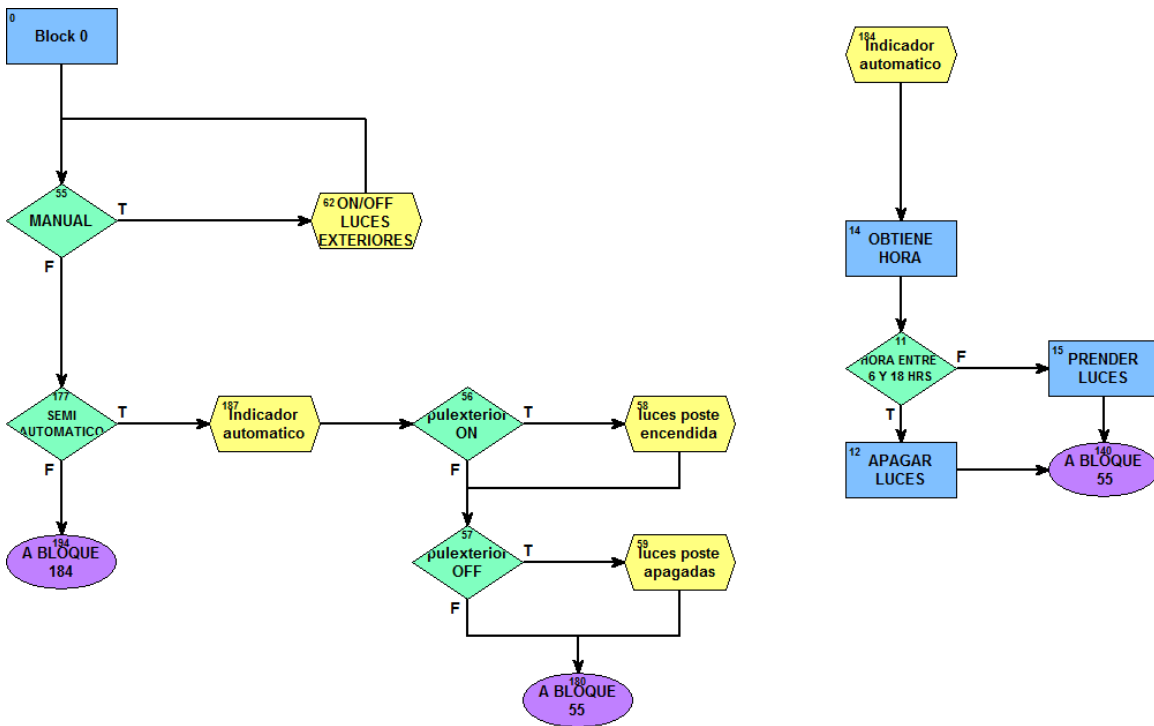


Figura 4.4 Diagrama de flujo del Módulo iluminación exterior.

Este módulo tiene la principal función del encendido/apagado de toda la iluminación de los postes (exterior). Consta de tres estados: manual/mantenimiento, semiautomático o manejado desde la HMI y por último el automático.

Como se observa en la Figura 4.4 el programa por default está en estado automático, mientras no sean verdaderas las condiciones de los bloques de decisión de los estados manual y semiautomático se ejecutará el modo automático, cuando sean verdaderas las condiciones el programa ingresaría al respectivo bucle correspondiente a cada estado hasta que la condición sea cambiada.

El estado Manual/mantenimiento solo podrá ser activado desde el tablero de control, mientras que el semiautomático y automáticos desde la HMI, con esto se brinda

seguridad para que el trabajador pueda realizar mantenimiento a las luminarias de los postes. El estado manual desactiva la manipulación desde la HMI.

El funcionamiento del estado manual y semiautomático es similar al mostrado en el módulo de iluminación interior, es decir, sigue la misma lógica de programación.

Para el estado automático el programa obtiene la hora del sistema principal, observa si se cumple la condición que este entre una hora especificada para proceder al encendido o apagado de los postes. En la Figura 4.5 se observa que la hora en la que esta seteada para el funcionamiento está entre las 6 y 18 horas, si está entre esas dos horas las luces se apagan, caso contrario se encienden.

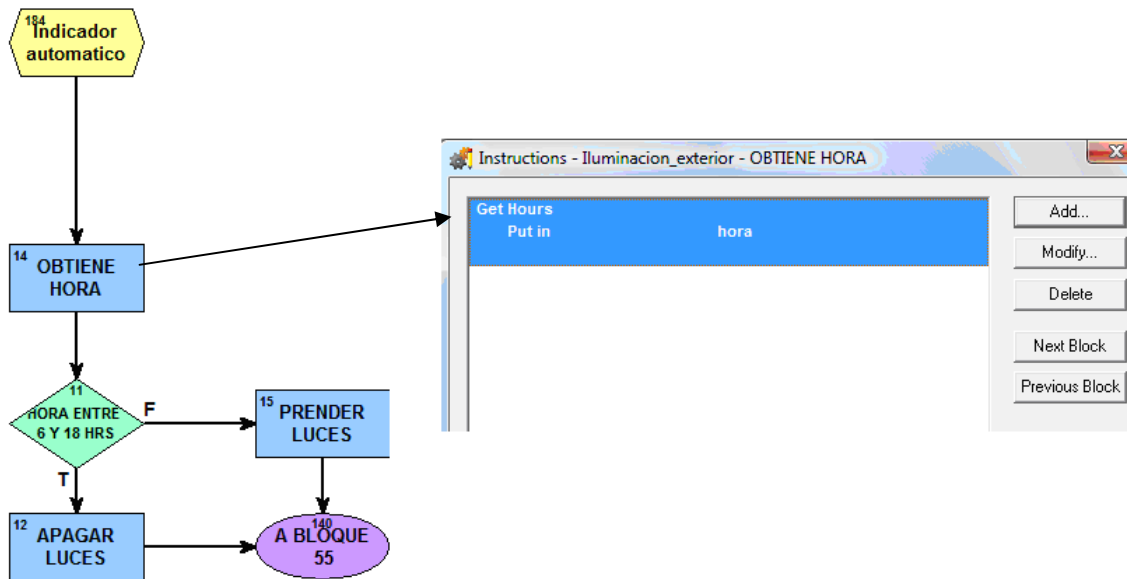


Figura 4.5 Diagrama de flujo estado automático.

4.3 MÓDULO DE CONTROL DE ACCESOS

Este es el módulo más importante dentro del sistema inmótico porque este es el que permite el acceso a ciertas áreas del hospital. Este módulo tiene que tener cero fallas al

momento de funcionar o si no se pondría en peligro la seguridad del inmueble. La Figura 4.6 muestra el diagrama de flujo completo del programa que lee las tarjetas magnéticas y da acceso a ciertas áreas de acuerdo a tablas que se encuentran en la HMI.

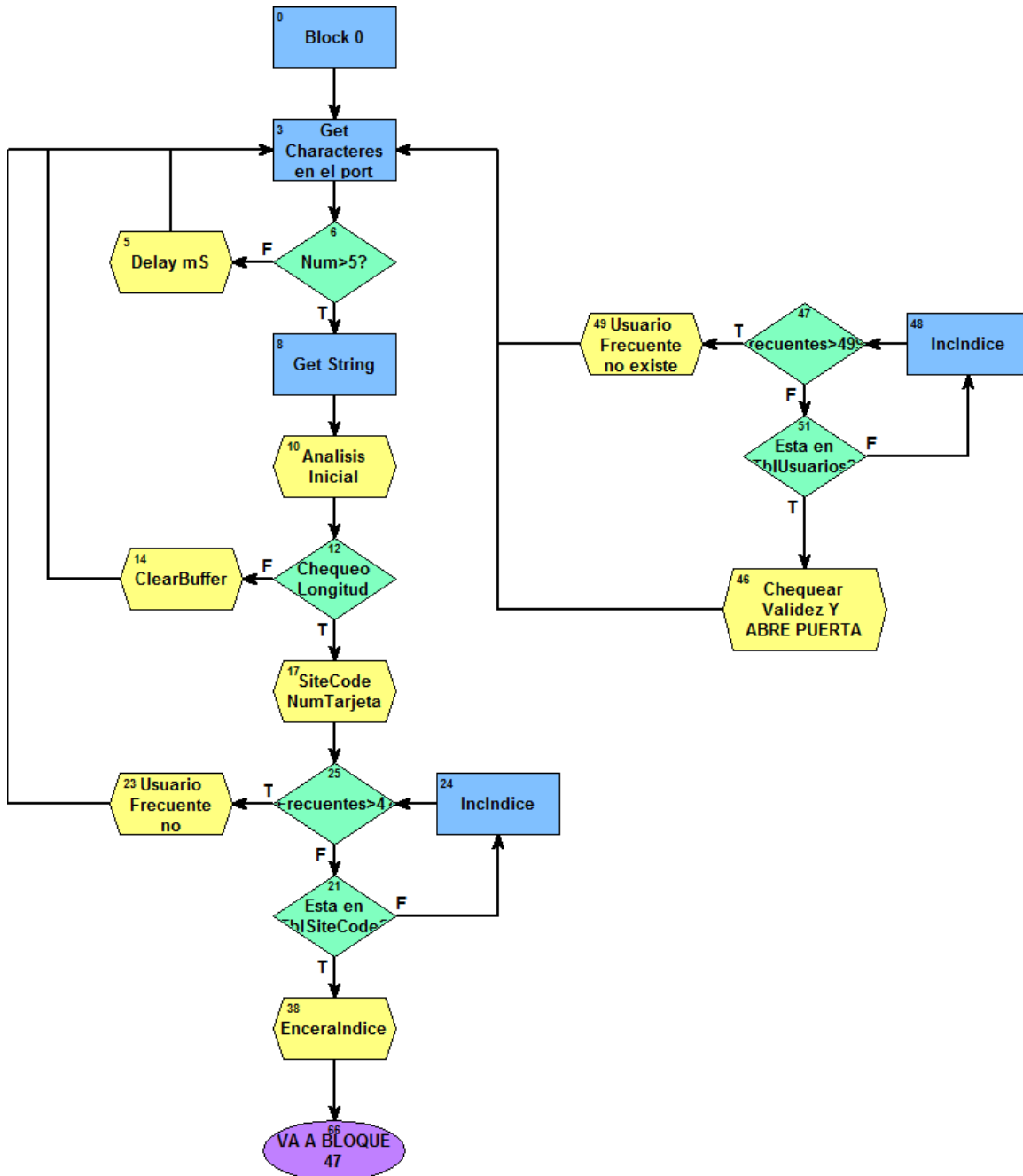


Figura 4.6 Diagrama de flujo del módulo de control de accesos

El programa primero en el Block 0 abre el canal de comunicaciones del módulo Wiegand, luego analiza si la tarjeta es la permitida para que sea ingresado al sistema, si es la tarjeta la correcta los datos de la misma se almacenan en el buffer. (Ver Figura 4.7). El almacenamiento se lo realiza en el bloque de acción Get String y posee el siguiente código:

Put in	StrLectorIngresoWiegand
Communication Handle	LectorIngresoWiegand
Put Status in	bas

Donde:

- StrLectorIngresoWiegand, es la cadena de caracteres de la tarjeta magnética.
- LectorIngresoWiegand, es el manejador de comunicaciones Wiegand. Es el bufer donde se almacena el codigo de la tarjeta ingresada.y;
- Bas es una variable donde se coloca el estatus del manejador de comunicaciones.

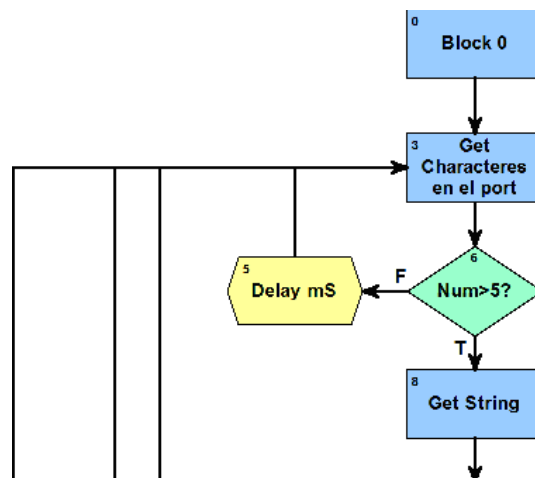


Figura 4.7 Diagrama de flujo para validación de tarjeta magnética

El siguiente paso es realizar un análisis inicial de la tarjeta leída por el lector (Figura 4.8) en el cual se obtenga el tamaño de la cadena de caracteres. Esto se lo consigue mediante la siguiente línea de código:

//Obtener la longitud

LongLecturaIngresoWiegand = GetStringLength(StrLectorIngresoWiegand);

Donde:

- StrLectorIngresoWiegand, es la cadena de caracteres de la tarjeta magnética, y;
- LongLecturaIngresoWiegand, es la variable donde se almacenará el tamaño de la cadena de caracteres.

Una vez obtenida la longitud entra a la condición para ver si la longitud es la correcta de la tarjeta, en caso de serlo, se procede a validar el sitio al que puede ingresar. Cada área va a tener un código de ingreso a determinado sitio, si la tarjeta tiene acceso el siguiente paso es revisar en otra tabla si la tarjeta magnética ingresada está asignada a alguna persona, si lo está se procede a activar la apertura de la puerta, de no pertenecer no se permite el ingreso y el programa vuelve al inicio a revisar en el buffer si tiene datos de otra tarjeta pasada por el lector magnético. (Figura 4.8).

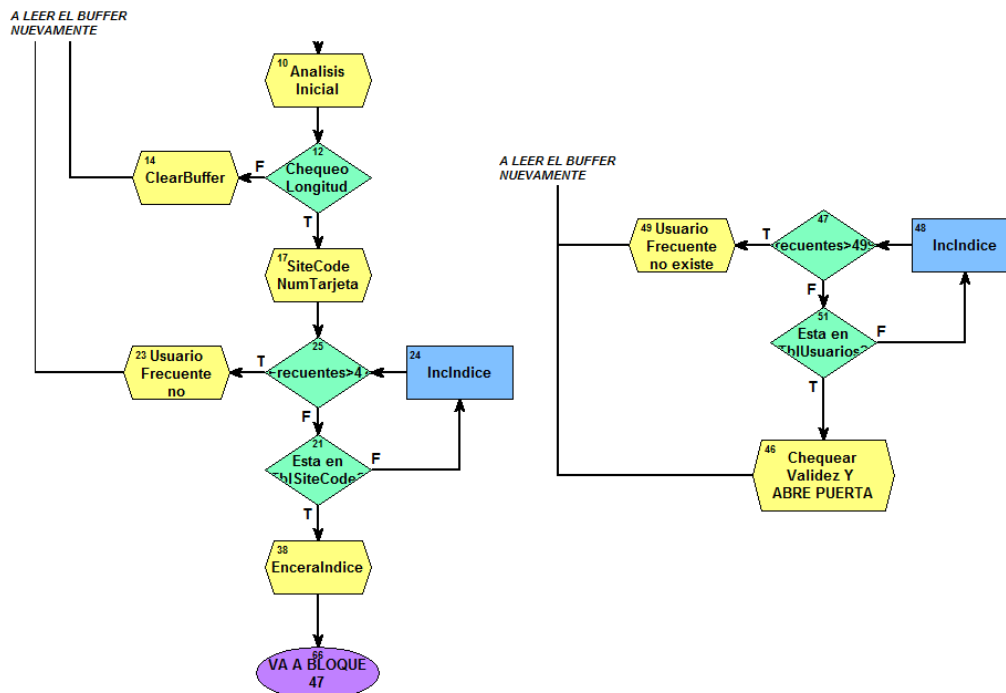


Figura 4.8 Diagrama de flujo para validar acceso a determinada área y verificar usuario.

4.4 MÓDULO DE EMERGENCIA

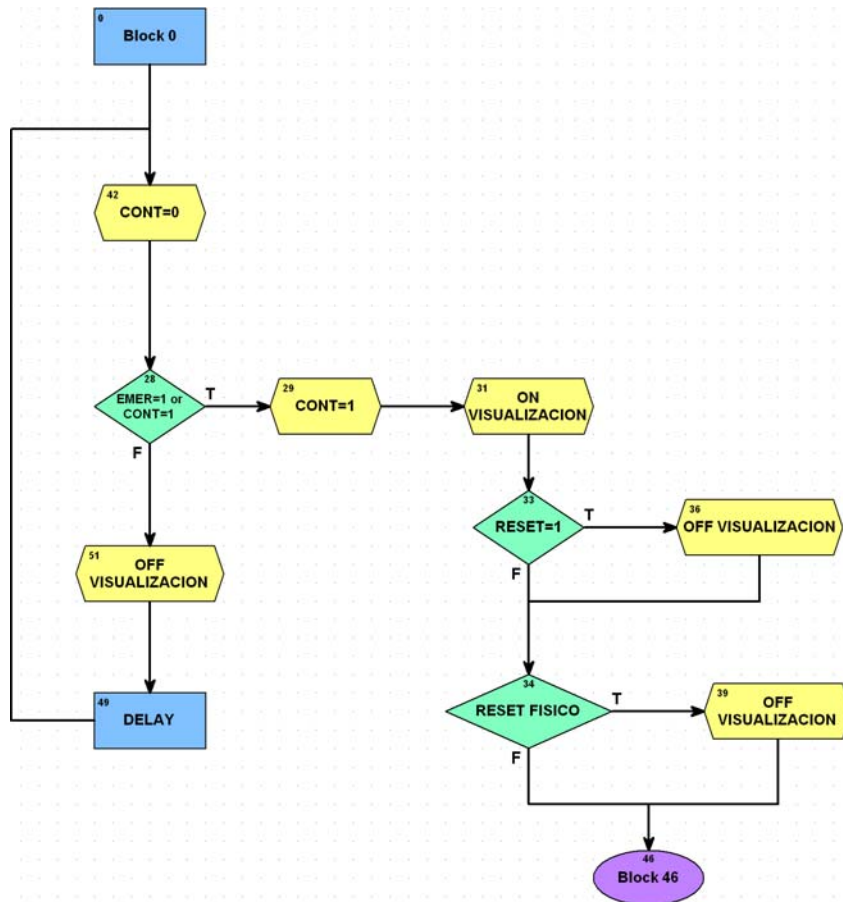


Figura 4.9 Diagrama de flujo del módulo de emergencia.

Este módulo está hecho para alertar a todas las personas del hospital sobre alguna alarma de tipo grave que no fue detectada por el sistema de seguridad del hospital, como por ejemplo algún tipo de desastre natural.

Esté módulo está diseñado para funcionar simultáneamente desde el tablero de control y desde la HMI, esto quiere decir que se puede activar la alarma desde el tablero de control y resetearla desde la HMI o viceversa.

Al presionar el pulsador de emergencia, se activarán señales sonoras y de visualización que permitan a los ocupantes del inmueble la correcta evacuación.

4.5 MÓDULO DE MONITOREO DE ALARMAS

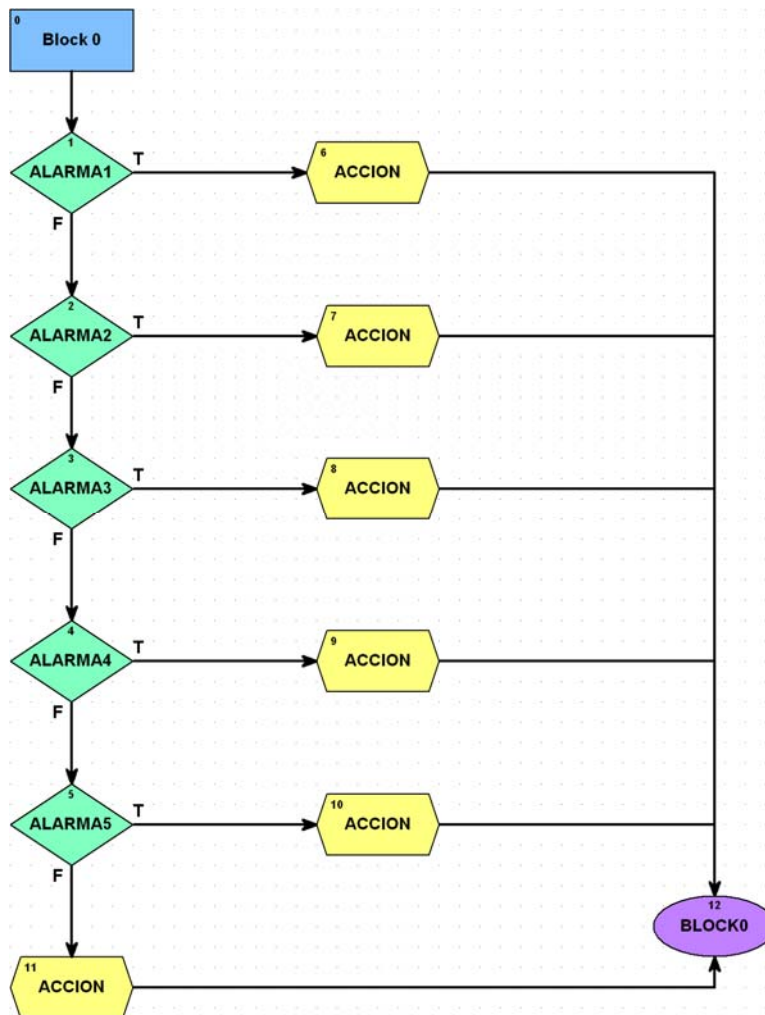


Figura 4.10 Diagrama de flujo de monitoreo de alarmas

La función principal de este módulo es la de realizar una determinada acción ante la activación de las zonas desde la central de alarmas. Esto quiere decir que si una zona perteneciente a la planta alta se activa, se encenderá la señalización y la sirena de ese piso.

El bloque de acción enciende y apaga sirena y luces de emergencia y de salida, mientras que el bloque de decisión es la señal proveniente desde la central de alarmas.

4.6 MÓDULO DE INICIO

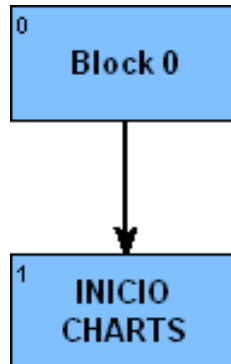


Figura 4.11 Diagrama de flujo del módulo de inicio.

Este es el módulo que inicia los demás módulos al momento en que se ejecuta el programa.

El siguiente código es el que arranca cada módulo:

Start Chart

Chart	CENTRAL_DE_ALARMAS
Put Status In	statuschart

Donde;

- CENTRAL_DE_ALARMAS, es el módulo correspondiente al monitoreo de las alarmas.
- Statuschart, es una variable en el cual se almacena, el estatus del módulo. Esta variable es la misma para todos los módulos.

4.7 INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA (HMI)

La interfaz hombre máquina (HMI), es la que permite el manejo del sistema inmótico desde un computador localizado en un cuarto de control o monitoreo.

La HMI del hospital “Un Canto a la Vida”, va a tener las siguientes pantallas:

- Una pantalla Principal, en la que van a estar todos los sistemas a controlar y monitorear, y;
- Las subpantallas de cada sistema, en las cuales se encuentran todos los botones, gráficos e indicadores que permitirán de una mejor visualizar el estado de cada uno de los subsistemas del sistema inmótico.

A continuación se describirán cada una de las pantallas que forman parte de la HMI del sistema inmótico.

4.7.1 PANTALLA PRINCIPAL

Esta pantalla es la que va a permitir al usuario dirigirse a controlar y monitorear todos los sistemas, es decir cada botón tendrá la función de desplegar la pantalla perteneciente a cada sistema donde se encuentran todos los comandos que permitirán manejar todo el sistema inmótico.

En la Figura 4.12 se puede observar la pantalla principal con sus respectivos componentes.



Figura 4.12 Pantalla Principal

Como se puede observar en la Figura 4.12 esta pantalla posee:

- Indicador de fecha y hora.
- Cuatro botones de ingreso correspondientes a: control iluminación, control de accesos, monitoreo de alarmas y emergencia.
- Un botón para salir del programa.

4.7.2 PANTALLA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN

Al momento que se presiona el botón correspondiente a control de iluminación en la pantalla principal se despliega una pantalla en la que se da a escoger al usuario sobre que quiera aplicar el control, si es a la iluminación interna o a la iluminación externa como se muestra en la Figura 4.13.

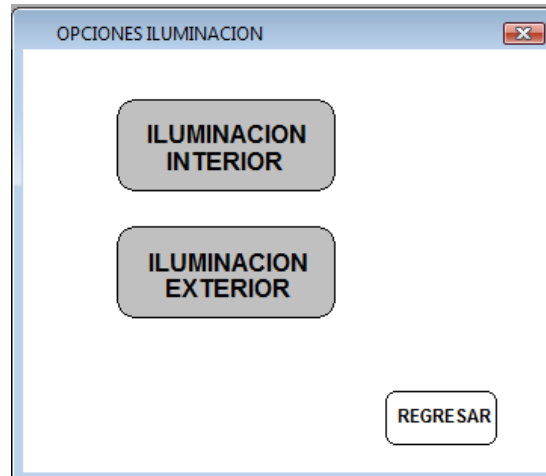


Figura 4.13 Pantalla para elección de iluminación interior o exterior

En la pantalla de la Figura 4.13 se tiene:

- Dos botones para elegir iluminación externa o iluminación externa.
- Un botón de regreso a la pantalla principal.

Si se elige el botón correspondiente a iluminación interna se despliega la pantalla que se muestra en la Figura 4.14.

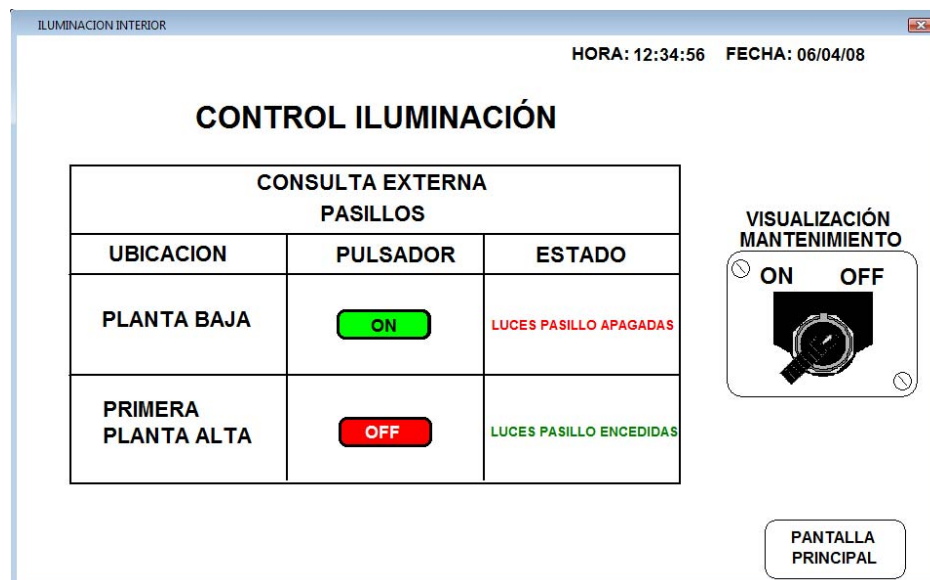


Figura 4.14 Pantalla de iluminación interna, estado de mantenimiento en OFF

Como se explicó en la sección 4.1 correspondiente al módulo de iluminación interna, el manejo se lo podrá realizar desde la HMI siempre y cuando el switch de estado manual/mantenimiento en el tablero de control se encuentre en OFF. En la pantalla de la Figura 4.14 se visualiza el estado de este switch en OFF por lo tanto se puede realizar el control del encendido y apagado de las luminarias desde la HMI.

Se observa que esta pantalla posee un cuadro indicando la ubicación de las luminarias, el pulsador de encendido y apagado, y el estado en que se encuentran las luminarias. En la Figura 4.14 se observa que:

- Las luminarias de la planta baja se encuentran apagadas y por lo tanto el pulsador de la PB indica que puede ser encendido ON, mientras que;
- Las luminarias de la planta alta se encuentran encendidas y por lo tanto el pulsador de la PA indica que pueden ser apagadas OFF.

El otro caso es cuando el switch de estado manual/mantenimiento es activado desde el tablero de control, ahí se tendrá la pantalla de la Figura 4.15.



Figura 4.15 Pantalla de iluminación interna, estado de mantenimiento en ON

En este caso cuando es activado el switch de mantenimiento se visualiza en la pantalla un mensaje bajo el gráfico del switch indicando que, en el tablero de control se encuentra encendido el switch y que por lo tanto la HMI se encuentra deshabilitada mientras no sea desactivado el switch correspondiente desde el tablero de control, esto quiere decir que la pantalla de iluminación interior (Figura 4.15) pasa a un estado pasivo en la cual solo se visualizará el encendido y apagado de las luces de los pasillos que se lo realiza desde el tablero de control.

Ahora si se pulsa el botón correspondiente a iluminación exterior se despliega la pantalla donde se puede visualizar lo siguiente:

- Led's indicadores de estado: manual, automático y semiautomático.
- Visualización del switch de estado manual/mantenimiento del tablero de control.
- Pulsadores de encendido de las luminarias.
- Switch de cambio de estado, semiautomático a automático.
- Gráfico de postes para que el operador visualice el estado de las luminarias, y;
- Botón de regreso a pantalla principal.

Todo lo anteriormente expuesto se lo visualiza en la Figura 4.16.

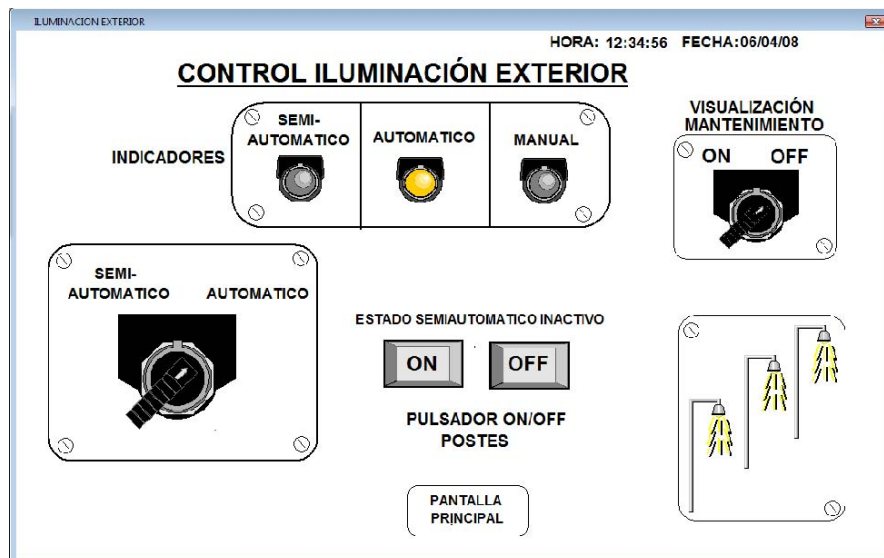


Figura 4.16 Pantalla de iluminación exterior, estado automático

La Figura 4.16 muestra el funcionamiento del control de iluminación externa en estado automático. El encendido de las luminarias es automático de acuerdo a la hora seteadas en el programa que es a las 6 y 18 horas. Por lo tanto quedan deshabilitados los pulsadores ON/OFF de los postes.

El cambio del estado automático a semiautomático se lo realiza solamente desde la HMI. Se despliega un mensaje que dice ESTADO SEMIAUTOMÁTICO ACTIVO, y el led indicador se cambia al estado semiautomático, como se indica en la Figura 4.17.

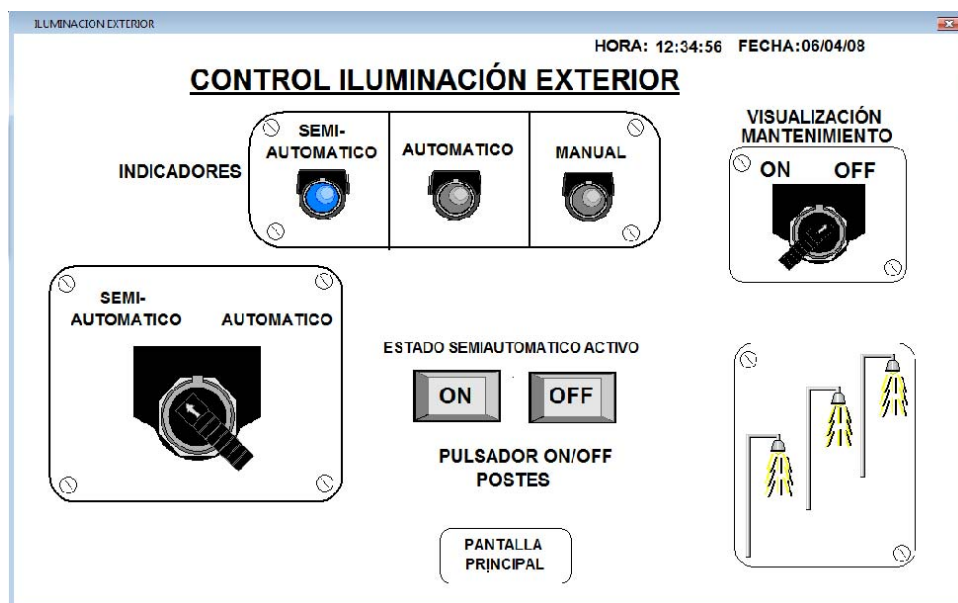


Figura 4.17 Pantalla de iluminación exterior, estado semiautomático

Para el estado manual se sigue el mismo principio que se utiliza en la iluminación interior. Este estado solo se lo puede aplicar desde el tablero de control desactivando la HMI, y visualizando todo lo que se haga desde el tablero de control en la HMI. Se muestran mensajes en los que advierten al operado que el switch en el tablero de control se encuentra activado, esto se lo visualiza en la Figura 4.18.

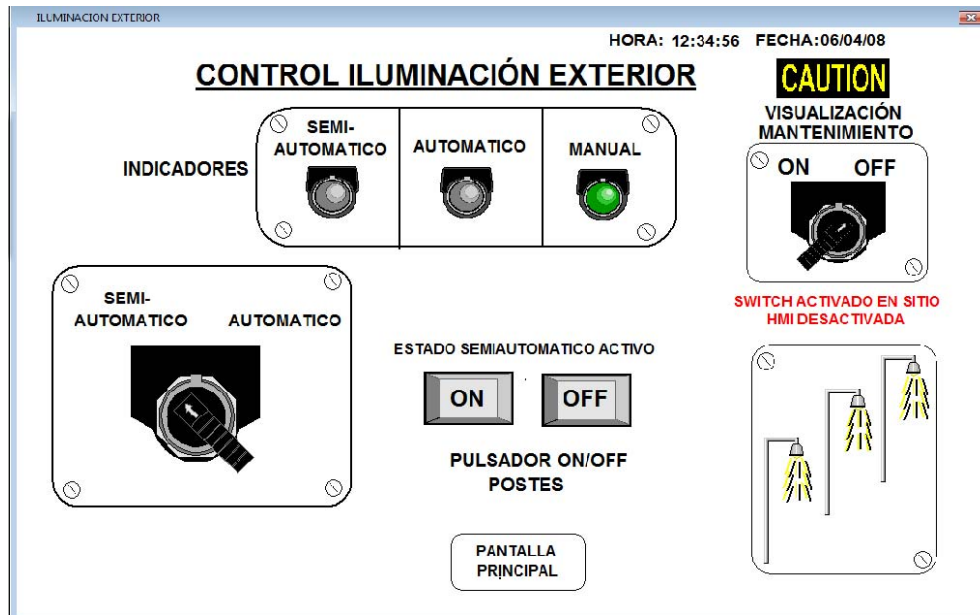


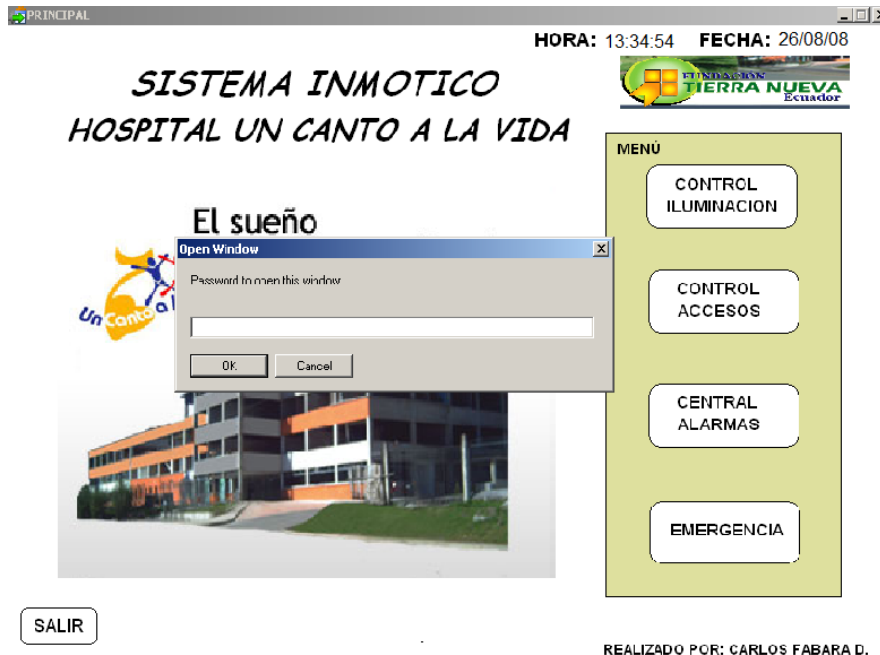
Figura 4.18 Pantalla de iluminación exterior, estado manual

Cuando se presiona el estado manual, se queda grabado e anterior estado en el que estaba el sistema, en el caso de la Figura 4.18 cuando el estado manual sea desactivado, el sistema vuelve al estado semiautomático.

4.7.3 PANTALLA DE CONTROL DE ACCESOS

Para el control de acceso en la pantalla principal, al momento de presionar el respectivo botón, se despliega una pantalla pequeña en la cual pide al usuario ingresar una clave (Figura 4.19), esto con el objetivo de brindar seguridad a todas las instalaciones del hospital.

Una persona dentro del hospital va a ser la encargada de manejar esa clave, la cual permitirá el ingreso a la pantalla de programación de las tarjetas magnéticas en el hospital (Figura 4.20), en la cual se van a ingresar los números de las tarjetas que serán validas para el ingreso a las respectivas áreas del hospital.



REALIZADO POR: CARLOS FABARA D.

Figura 4.19 Pantalla de ingreso de clave para el Control de Accesos

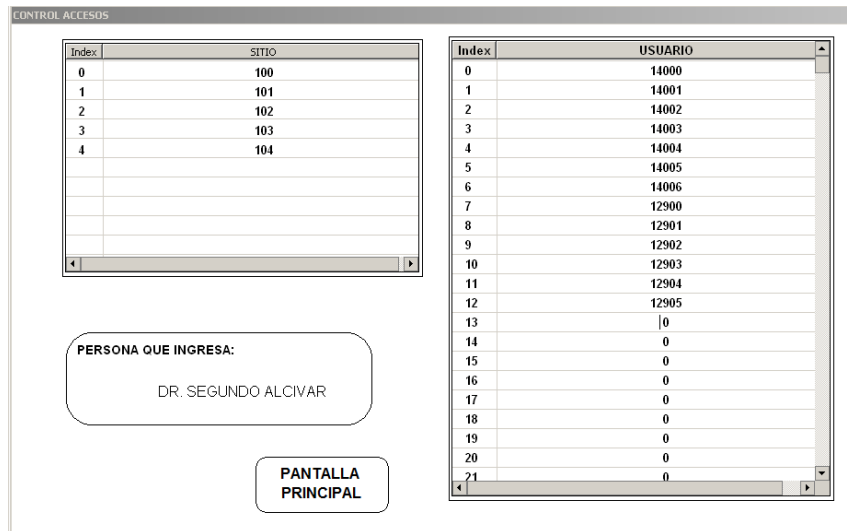


Figura 4.20 Pantalla de programación de las tarjetas

CONTROL ACCESOS

Index	SITIO
0	100
1	101
2	102
3	103
4	104

PERSONA QUE INGRESA:
VISITANTE 1

PANTALLA PRINCIPAL

Index	USUARIO
0	14000
1	14001
2	14002
3	14003
4	14004
5	14005
6	14006
7	12900
8	12901
9	12902
10	12903
11	12904
12	12905
13	0
14	0
15	0
16	0
17	0
18	0
19	0
20	0
21	0

Figura 4.21 Pantalla en la que se visualiza el ingreso de visitante

En la Figura 4.20 y 4.21 se puede observar la presencia de dos tablas. Estas tablas permitirán, la primera el ingreso de un código de ingreso al determinado sitio y la segunda tabla el código del usuario.

Por ejemplo en la tabla de sitio, como se observa en la Figura 4.21, el índice 0 indica el código 100, esto quiere decir que todas las tarjetas que tengan en su numeración el código 100 ingresarán a esa área. En la sección 4.3 correspondiente al módulo de control de accesos se explicó el programa que permitirá este funcionamiento.

La siguiente tabla la de usuarios lo que hace es simplemente verificar, una vez que el programa comprobó que la tarjeta pertenece a ese sitio, mirar en la respectiva tabla si la tarjeta está autorizada a abrir la puerta.

Todo el ingreso se guardará en una base de datos exclusiva del control de accesos.

4.7.4 PANTALLA DE CENTRAL DE ALARMAS

Esta pantalla va a permitir al operador visualizar todas las alarmas que ocurran en determinado lugar. Estas alarmas van a ser de incendio y seguridad y van a ser emitidas por la central de alarmas ADEMCO VISTA20-P.

La pantalla de alarmas se visualiza en la Figura 4.22.

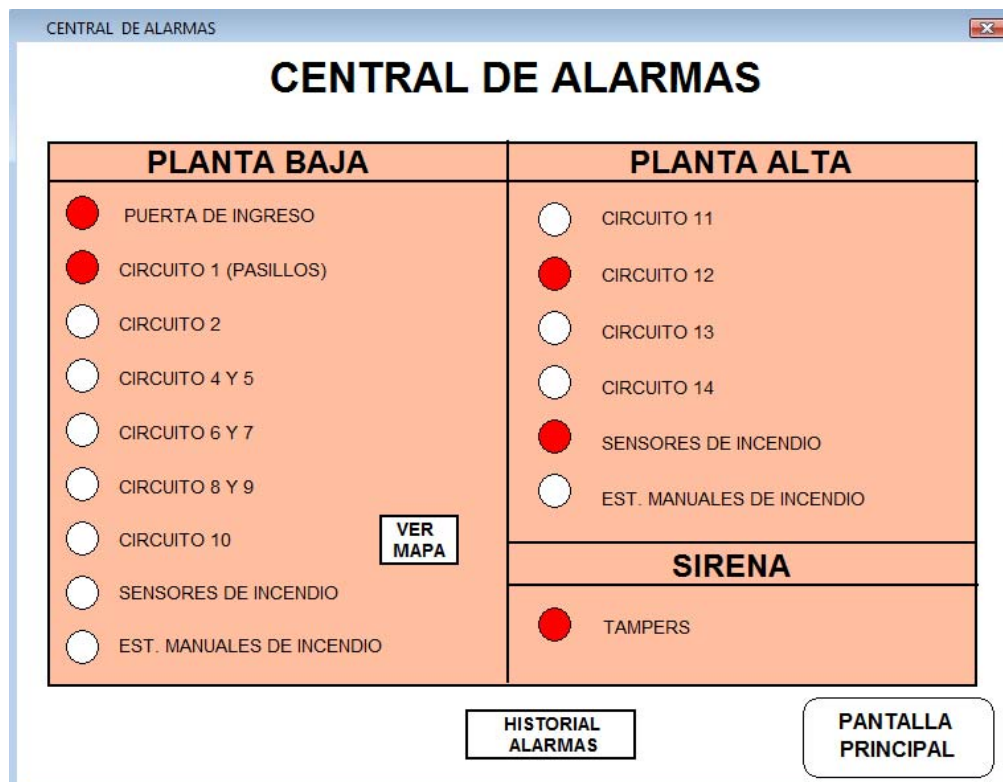


Figura 4.22 Pantalla de visualización de alarmas

Como se observa se encuentran las alarmas divididas por las zonas pertenecientes a la central de alarmas y que están divididas en PA y PB.

Si se produce una alarma el operador tiene la opción de pulsar en el botón que dice VER MAPA e ingresar a la pantalla que se muestra en la Figura 4.23.

En esta pantalla se visualiza exactamente en que lugar se esta produciendo la alarma, lo cual es de gran ayuda para ir de manera rápida al lugar y solucionar el problema.

Cada área de consulta externa en la pantalla se encuentra etiquetado con su respectivo nombre, esto permite que cuando se produzca una alarma esta etiqueta cambie de color.

Figura 4.23.

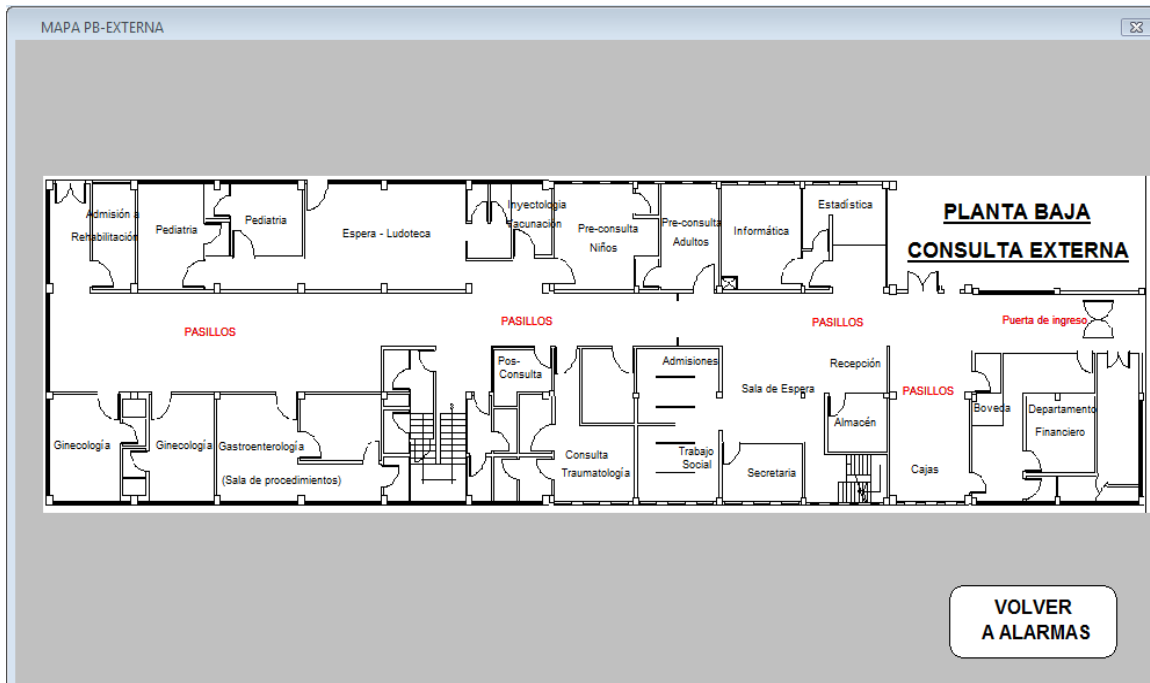


Figura 4.23 Pantalla de mapa de consulta externa

De igual manera en la pantalla de la Figura 4.22 se observa un botón que dice HISTORIAL ALARMAS, en el cual se podrán visualizar todas las alarmas con hora y fecha que han ocurrido en el sistema. Esta pantalla se observa en la Figura 4.24

Cuando se aplique la señal de emergencia se activarán las señales de emergencia. Si se aplica la señal de emergencia desde el tablero de control se visualizará la pantalla como en la Figura 4.26.



Figura 4.26 Pantalla de Emergencia, en estado ON

Se puede activar la alarma desde la HMI como se muestra en la Figura 4.27.

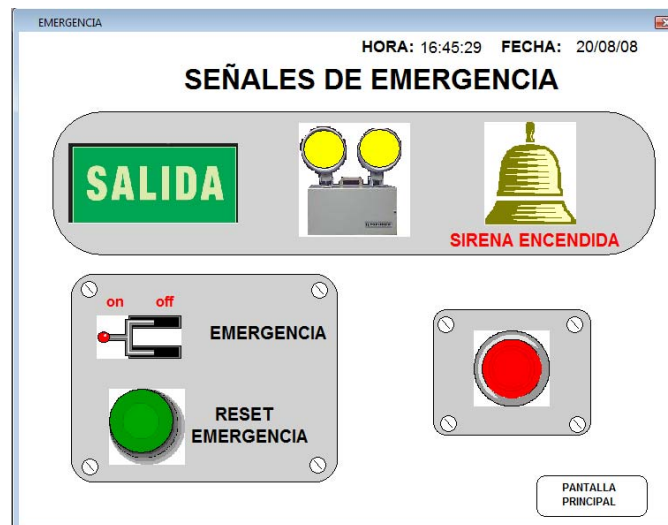


Figura 4.27 Pantalla de Emergencia encendido desde la HMI

Para los dos casos mostrados en la Figura 4.26 y 4.27 se resetean las alarmas desde el tablero de control o desde la HMI.

4.8 CONEXIÓN CON BASE DE DATOS

Por último lo más importante dentro de un sistema inmótico es que todos los datos que este obtenga de todos los lugares del hospital sean guardados en una base de datos, el cual será el respaldo de todos los movimientos y alarmas que se registren dentro de las instalaciones. Figura 4.28

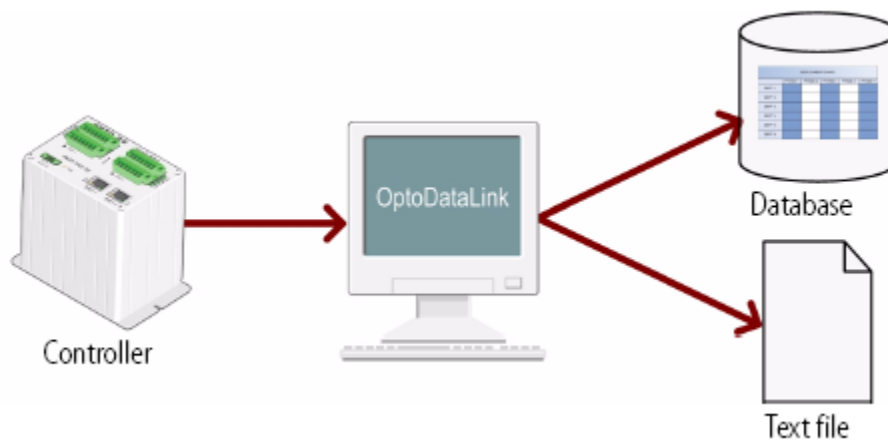


Figura 4.28 Esquema de conexión Controlador-base de datos

El programa que se utilizará para comunicar el sistema inmótico, más específicamente el PAC (controlador de automatización programable) es el propio de la familia OPTO22 y el cual es OPTODATALINK y sus características fueron expuestas en el capítulo segundo.

Al iniciar el programa se observa la pantalla de la Figura 4.28, donde se configura quien envía y quien recibe los datos.

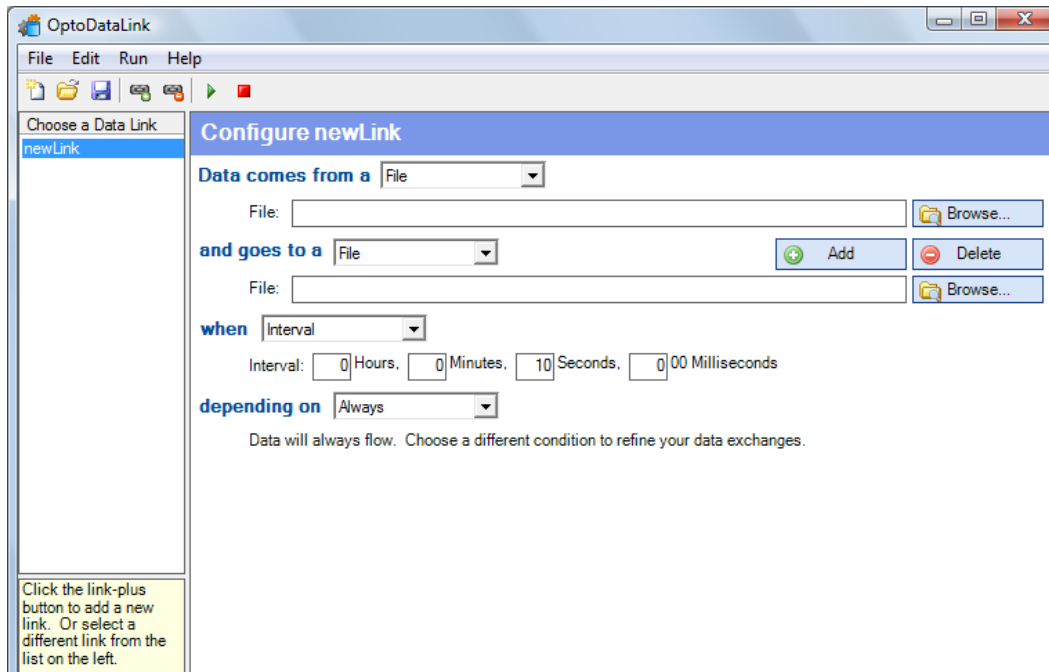


Figura 4.29 Pantalla principal del OptoDataLink

Ahora se procederá a configurar el enlace entre el sistema inmótico y la base de datos.

El primer paso es señalar que los datos provienen desde un dispositivo Opto22 y luego señalar todos los tag's asignados en el programa y que se quiere que se registren en la base de datos. Esto se observa en la Figura 4.30.

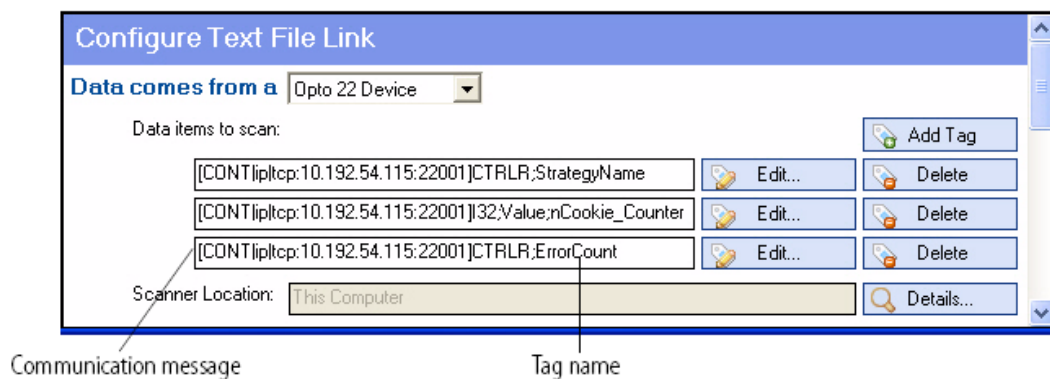


Figura 4.30 Configuración de Tag names para enviar a la base de datos.

Dependiendo de la base de datos que tenga el sistema informático del Hospital, se configura el destino final de la información.

En la figura4.31 se puede observa que en la pestaña correspondiente a donde van los datos se selecciona, DATABASE y después se elige a que base de datos enviar los datos.

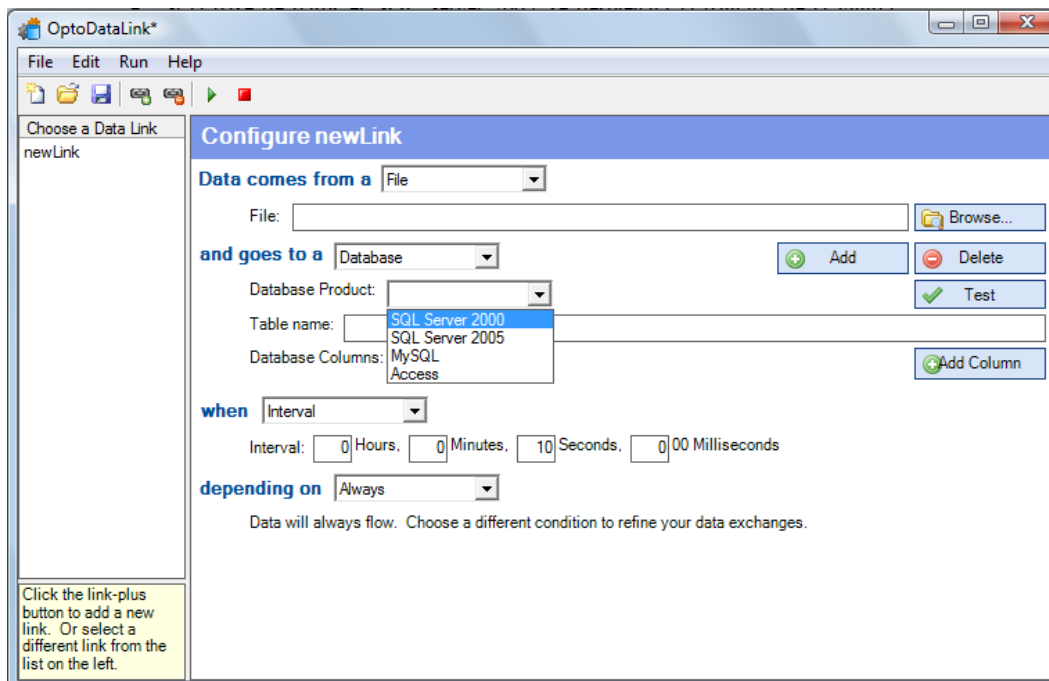


Figura 4.31 Configuración para SQL Server 2005

Este programa se lo ejecuta y no hay necesidad de que se encuentre abierto en la computadora, una vez que se lo ejecutó, se mantiene corriendo hasta que el usuario mismo lo detenga.

Para más información de cómo manejar el OptoDataLink, se recomienda revisar toda la información de la Página WEB. www.opto22.com y en buscar poner el número de documento 1705.

CAPITULO V

PRUEBAS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Una vez concluido con los temas acerca del hardware y del software inmótico el siguiente paso es realizar pruebas, las cuales verifiquen el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas y de todo el sistema en general.

Durante el avance y desarrollo del proyecto se llevaron a cabo distintas pruebas que den fe del correcto funcionamiento del sistema inmótico y el cual se detalla a continuación.

5.1 CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN PROGRAMABLE (PAC)

Una vez que el controlador se lo instaló, se procedió a descargar el programa y dejarlo en funcionamiento durante un periodo de 2 meses las 24 horas del día y realizando pruebas del funcionamiento de los sistemas que forman parte del sistema inmótico.

Esta prueba dio como resultado que el controlador no presentó ninguna alarma, ni ningún fallo de mal funcionamiento.

Lo mismo sucedió con cada uno de los módulos de entrada/salida conectados al rack del controlador. Estos no presentaron ninguna novedad.

5.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En este sistema se procedió a realizar pruebas de encendido y apagado de las luminarias desde el tablero de control y desde la HMI.

Las pruebas que se realizó fue la siguiente:

- Encendido y apagado de la iluminación de manera continua por un periodo de 2 minutos con periodo de descanso de un minuto, esta prueba duró una hora y se la realizó durante un mes.

Esto permitió comprobar que la acción que ejerce el controlador sobre los actuadores se la realiza en tiempo real. Además se comprobó la robustez de los módulos de entrada y salida.

No dieron fallas ni ocasionaron en ningún instante de las pruebas que se realizaron durante el periodo de un mes, que las luminarias no se encendieran o apagarán.

5.3 SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS

Para este sistema se hicieron pruebas que permitan observar el tiempo en que el controlador principal del sistema inmótico recibe los datos provenientes de las lectoras magnéticas.

Esta prueba se la realizó pasando una tarjeta magnética varias veces por la lectora durante 5 minutos diarios por un periodo de 15 días, con el objetivo de visualizar si hubo o no cambios en estos tiempos de lectura.

Los tiempos que se manejan son muy pequeños, por lo que se necesito de la ayuda del software PAC Control el cual permite la opción de tomar el tiempo que se demora el programa en leer la tarjeta y abrir la puerta. Este tiempo fue de 0.155 ms llegando a la conclusión de que el control de accesos se lo hace en tiempo real.

5.4 SISTEMA DE MONITOREO DE ALARMAS

Para ver el funcionamiento correcto de este sistema, se procedió a hacer pruebas conjuntamente con la central de alarmas ADEMCO VISTA20-p y el PAC, en la cuál se observó que la central detectaba alguna alarma de forma inmediata se disparaba los relés inteligentes de la central, llevando la señal al controlador el cual indicaba que alarma y en que lugar esta sucediendo algo anormal. Este monitoreo también se lo realizó en tiempo real.

Estas pruebas se las realizó durante un periodo de mes y medio, en la que se observó que el tiempo de respuesta del controlador no varió.

5.5 SISTEMA DE EMERGENCIA

Al igual que en el sistema de iluminación se hicieron las pruebas de activación y reset de la alarma desde el tablero de control y desde la HMI.

Estas pruebas consistieron en activar y resetear la alarma de emergencia continuamente por un periodo de 2 minutos durante una hora con un tiempo de descanso de 1 minuto durante una hora, estas pruebas se las realizó durante una semana.

Este tipo de señales no van a funcionar continuamente, sino en ciertas ocasiones o casi nunca, así que cuando se necesite activarlas deberán funcionar sin ningún problemas, es por esto que el sistema de emergencia se lo activó al mes de encendido todo el sistema inmótico, dando como resultado que las señales de emergencia se encendieron sin ninguna clase de problema.

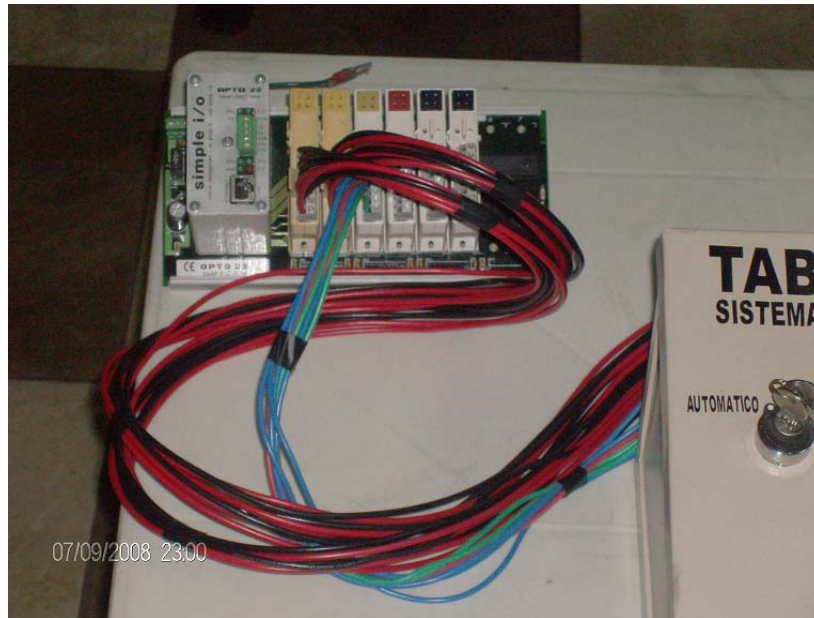


Figura 5.1 Controlador SNAP PAC R1



Figura 5.2 Tablero de control

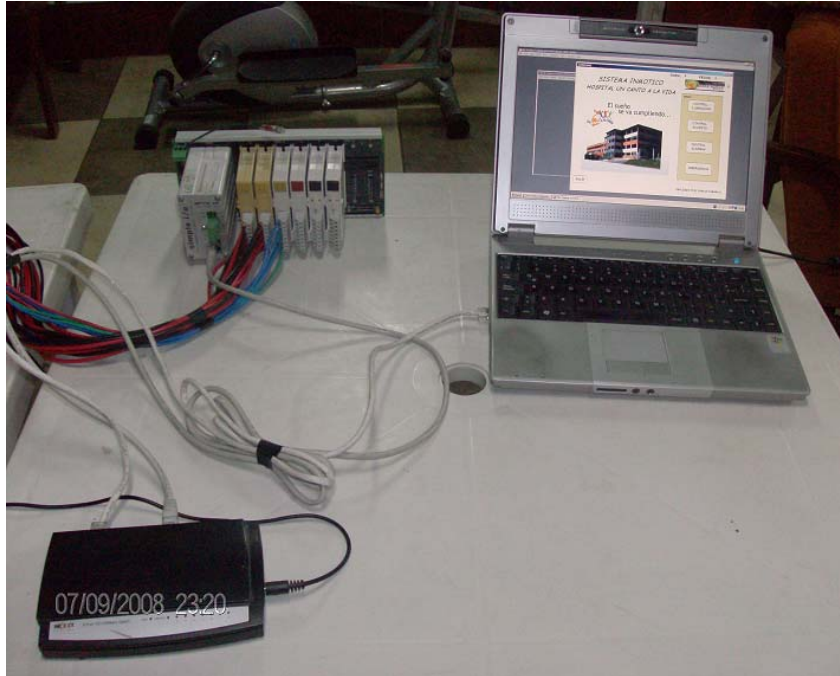


Figura 5.3 Controlador y PC conectados mediante un switch



Figura 5.4 Plataforma de prueba del sistema inmótico

CAPITULO VI

ASPECTO ECONÓMICO

Después de haber expuesto el hardware y software para el sistema inmótico del Hospital “Un Canto a la Vida” y todas las bondades que nos presta Opto22 para la elaboración de sistemas inmóticos, el aspecto más importante y fundamental es el económico, el cual permitirá a las autoridades pertinentes de la fundación a cargo de la construcción del Hospital tomar la decisión de implementar o no este sistema en estudio.

Hablando económicamente todo sistema inmótico es de precio elevado, porque utiliza a lo largo de todas sus instalaciones dispositivos tecnológicamente avanzados, los cuales hacen que se incremente el valor de la inversión inicial, pero que se ven recompensado con los costos de mantenimiento o de ampliación del sistema al pasar de los años, esto quiere decir que:

- Se reduce el gasto de mantenimiento de todos los dispositivos ya que son elaborados con tecnología de punta permitiendo de esta manera el aumento del ciclo de vida de estos dispositivos.
- El hecho de contar con una plataforma ya elaborada hace que futuras expansiones se las realice de manera rápida y efectiva, sin la necesidad de cambiar el sistema ya existente.

6.1 INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial está en función de todos los elementos necesarios para la implementación del sistema inmótico. El área en estudio es la de consulta externa. En la

tabla 6.1 se exponen la inversión inicial a realizar para la implementación del sistema inmótico.

SISTEMA INMÓTICO HOSPITAL "UN CANTO A LA VIDA"				
Consulta Externa				
ITEM	DISPOSITIVO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (\$)
1	Módulo SNAP-ODC5-I 4 canales aislado en el rango de 5 a 60 VDC	\$ 52,00	4	\$ 208,00
2	Módulo SNAP-IDC5 4 canales de entrada digitales de 10 a 32VDC	\$ 52,00	4	\$ 208,00
3	Rack de 16 canales	\$ 185,00	1	\$ 185,00
4	Controlador SNAP-PAC-R1	\$ 1.144,00	1	\$ 1.144,00
5	Módulo WIEGAND de 2 canales	\$ 282,00	2	\$ 564,00
6	Lector de Proximidad HID	\$ 268,00	4	\$ 1.072,00
7	Fuente de potencia 24 VDC-3A	\$ 75,00	1	\$ 75,00
8	Tablero de control, con agujeros y nomenclatura	\$ 140,00	1	\$ 140,00
9	Switches de dos posiciones, normalmente abiertos , para tablero	\$ 2,49	6	\$ 14,94
10	Switches de dos posiciones, con llaves de seguridad, normalmente abiertos, para tableros	\$ 3,10	2	\$ 6,20
11	Cable flexible 16 AWG THHN	\$ 32,70	6	\$ 196,20
12	Cable UTP Cat 5e	\$ 78,00	2	\$ 156,00
SUB-TOTAL				\$ 3.969,34
13	Mano de Obra	\$ 700,00	1	\$ 700,00
14	Ingeniería básica y de detalle	\$ 2.100,00	1	\$ 2.100,00
SUB-TOTAL				\$ 2.800,00
15	Miscelaneos	\$ 250,00	1	\$ 250,00
SUB-TOTAL				\$ 250,00
TOTAL				\$ 7.019,34

Tabla 6.1 Inversión inicial Sistema Inmótico Consulta Externa.

La ingeniería básica, consiste en la elaboración de planos de todos los subsistemas involucrados dentro del hospital en lo referente al cableado y rutas a seguir.

La ingeniería de detalle, es en la que se elabora planos de conexión de los equipos en 2D y 3D y se desarrolla toda la interfaz gráfica y programación de los controladores de automatización programable (PAC's).

El ítem correspondiente a misceláneos abarca todos los gastos que no se contemplan en los materiales y que pueden necesitarse a lo largo de la implementación.

Como se observa en la tabla 6.1 el costo total del sistema inmótico en el área de consulta externa es de \$7.019,31 dólares, costo no tan elevado y el cual permite a los funcionarios del hospital contar con tecnología de punta a bajo precio.

6.2 INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es lo referente al costo total del sistema inmótico en todo el Hospital. La ventaja de poseer un sistema inmótico es la modularidad y la flexibilidad de crecimiento, esto quiere decir que, el software y hardware que se estudió para el área de consulta externa va a ser el mismo para las demás áreas.

Las áreas en las que se encuentra dividido el Hospital “Un Canto a la Vida” son las siguientes:

- Consulta Externa.
- Emergencias.
- Quirófanos.
- Habitaciones.

El costo total del sistema inmótico es la suma de las 4 áreas a continuación se detallan los costos para cada una de las áreas.

SISTEMA INMÓTICO HOSPITAL "UN CANTO A LA VIDA"				
Emergencia				
ITEM	DISPOSITIVO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (\$)
1	Módulo SNAP-ODC5-I 4 canales aislado en el rango de 5 a 60 VDC	\$ 52,00	6	\$ 312,00
2	Módulo SNAP-IDC5 4 canales de entrada digitales de 10 a 32VDC	\$ 52,00	6	\$ 312,00
3	Rack de 16 canales	\$ 185,00	2	\$ 370,00
4	Controlador SNAP-PAC-R1	\$ 1.144,00	1	\$ 1.144,00
5	SNAP-PAC-EB1	\$ 645,00	1	\$ 645,00
6	Módulo WIEGAND de 2 canales	\$ 282,00	4	\$ 1.128,00
7	Lector de Proximidad HID	\$ 268,00	4	\$ 1.072,00
8	Fuente de potencia 24 VDC-3A	\$ 75,00	2	\$ 150,00
SUB-TOTAL DEL ÁREA				\$ 5.133,00

Tabla 6.2 Inversión sector de emergencia.

SISTEMA INMÓTICO HOSPITAL "UN CANTO A LA VIDA"				
Quirófanos				
ITEM	DISPOSITIVO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (\$)
1	Módulo SNAP-ODC5-I 4 canales aislado en el rango de 5 a 60 VDC	\$ 52,00	4	\$ 208,00
2	Módulo SNAP-IDC5 4 canales de entrada digitales de 10 a 32VDC	\$ 52,00	4	\$ 208,00
3	Rack de 16 canales	\$ 185,00	1	\$ 185,00
4	Controlador SNAP-PAC-R1	\$ 1.144,00	1	\$ 1.144,00
5	Módulo WIEGAND de 2 canales	\$ 282,00	4	\$ 1.128,00
6	Lector de Proximidad HID	\$ 268,00	4	\$ 1.072,00
7	Fuente de potencia 24 VDC-3A	\$ 75,00	1	\$ 75,00
SUB-TOTAL DEL ÁREA				\$ 4.020,00

Tabla 6.3 Inversión sector de Quirófanos.

SISTEMA INMÓTICO HOSPITAL "UN CANTO A LA VIDA"				
Habitaciones				
ITEM	DISPOSITIVO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL (\$)
1	Módulo SNAP-ODC5-I 4 canales aislado en el rango de 5 a 60 VDC	\$ 52,00	5	\$ 260,00
2	Módulo SNAP-IDC5 4 canales de entrada digitales de 10 a 32VDC	\$ 52,00	5	\$ 260,00
3	Rack de 16 canales	\$ 185,00	1	\$ 185,00
4	Controlador SNAP-PAC-R1	\$ 1.144,00	1	\$ 1.144,00
5	Módulo WIEGAND de 2 canales	\$ 282,00	5	\$ 1.410,00
6	Lector de Proximidad HID	\$ 268,00	6	\$ 1.608,00
7	Fuente de potencia 24 VDC-3A	\$ 75,00	1	\$ 75,00
SUB-TOTAL DEL ÁREA				\$ 4.942,00

Tabla 6.4 Inversión sector de Habitaciones.

ÁREA	SUB-TOTAL
Consulta externa	\$ 3.969,34
Emergencia	\$ 5.133,00
Quirófanos	\$ 4.020,00
Habitaciones	\$ 4.942,00
TOTAL	\$ 18.064,34

Tabla 6.5 Inversión Total sistema inmótico.

En la tabla 6.5 se puede observar que el costo aproximado del sistema inmótico de todo el hospital es de \$18.064,34. Este costo es lo concerniente solamente a equipos para armar el sistema controlador. Cabe destacar que el precio es relativamente bajo lo cual hace que este sistema sea accesible para la implementación del mismo, de esta manera se cuenta con un sistema que sea económico, robusto y flexible.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los avances tecnológicos y los nuevos métodos de construcción han hecho que las carreras de electrónica, informática y arquitectura se unifiquen para crear lo que se conoce como edificios inteligentes.

Esta unificación permite construir edificios modernos que permitan el acondicionamiento de tecnología de punta para controlar cada uno de los subsistemas que conformaran los sistemas de seguridad y control.

De este modo se pudo realizar el diseño del sistema inmótico del hospital “Un Canto a la Vida” el cual es altamente flexible, integral, modular y simple de utilizarlo, permitiendo de esta manera mejorar la calidad de trabajo.

7.1 CONCLUSIONES

La Inmótica unifica los diferentes subsistemas que se encuentran dentro de la edificación en uno solo llamado SISTEMA inmótico y el cuál es el cerebro de todo el edificio y a donde llega toda la información la cual es procesada para realizar una acción.

Los sistemas inmóticos son aplicados a grandes construcciones como, edificios bancarios, hospitales, museos, coliseos donde se prioriza la mejora de la calidad de trabajo, mientras que para los hogares existe los sistemas domóticos los cuales están orientados a mejorar la calidad de vida.

Este tipo de sistemas incorporan características como la flexibilidad para permitir la integración de nuevas tecnologías que se vayan desarrollando, además de permitir la redistribución física de sus instalaciones.

El sistema inmótico diseñado cuenta con características primordiales de seguridad y operación del sistema, que permiten al sistema completo contar con la confiabilidad requerida por los trabajadores para realizar mantenimiento en todas las instalaciones.

La modularidad que nos proporciona el sistema controlador permitirá al hospital en un futuro un crecimiento a bajo coste, ya que la plataforma con Opto22 permite la expansión de nuevos módulos para controlar nuevas aplicaciones.

El estudio realizado permite incorporar cualquier tipo de tecnología al sistema inmótico, permitiendo tener un sistema abierto, en el cual no haya limitaciones para la incorporación de nuevos dispositivos o equipos electrónicos.

Mediante el puerto Ethernet del SNAP-PAC-R1 se puede crear una red redundante que brinde más robustez y confiabilidad al sistema, permitiendo de esta manera mantener siempre comunicados todos los subsistemas con el controlador principal.

La inmótica aporta una gran cantidad de beneficios no sólo a los usuarios del edificio sino también a otros sectores involucrados, como son: a los constructores ya que les permite ir mejorando sus técnicas de construcción, a las universidad ya que investigan como mejorar los sistemas existentes y a los fabricantes de dispositivos electrónicos porque cada vez van a ser uso de nueva tecnología para fortificar sus productos.

Finalmente, el diseño y simulación que se realizó para el sistema inmótico del hospital un canto a la vida, cumplió con todos los objetivos propuestos al inicio del proyecto. La simulación del sistema inmótico permitió tener una mejor visualización del funcionamiento del mismo y a su vez poder apreciar que el sistema Opto22 es robusto y

flexible y que permitirá un control preciso, eficaz y en tiempo real de todas las instalaciones del hospital.

7.2 RECOMENDACIONES

El diseño de sistemas inmóticos implica tener en cuenta primero todas las necesidades que existen dentro de la edificación y segundo revisar las características técnicas existentes, para poder realizar la correcta elección de todos los dispositivos de control.

Para los sensores y actuadores se debe revisar con detenimiento la ubicación para de esta manera elegir un lugar desde donde se mida bien el valor o puedan actuar de forma correcta. Estos dispositivos deben estar alejados de fenómenos externos que los puedan afectar.

En cada planta del Hospital se debe dejar un hueco (ducto) para albergar el cuadro inteligente de la planta. Se recomienda dejar una habitación destinada al centro de monitorización del edificio.

La programación del sistema controlador debe ser modular, ya que esto permitirá que las futuras expansiones sean acopladas sin necesidad de manipular la programación existente.

Una vez que sea instalado el sistema inmótico, el instalador debe comprobar que toda la instalación funcione de forma adecuada, que los sensores capten y emitan información correctamente, que los actuadores sean controlador por el sistema inmótico, que el núcleo del proceso u ordenador central funcione correctamente.

El instalador debe enseñar al usuario el funcionamiento del sistema, como los conceptos de seguridad de todo el sistema inmótico en sus sistemas de iluminación, control de accesos, monitoreo de alarmas y señales de emergencia. Cuanto mejor conozca el usuario el sistema inmótico tendrá mejores herramientas para mejorarlo en un futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DOMOTICA E INMOTICA. Viviendas y Edificios inteligentes. Cristóbal Romero Morales, Francisco Vázquez Serrano y Carlos de Castro Lozano. Pág. 4
- [2] DOMOTICA E INMOTICA. Viviendas y Edificios inteligentes. Cristóbal Romero Morales, Francisco Vázquez Serrano y Carlos de Castro Lozano. Pág. 5
- [3] CEDOM (Asociación Española de Domótica)
- [4] DOMOTICA E INMOTICA. Viviendas y Edificios inteligentes. Cristóbal Romero Morales, Francisco Vázquez Serrano y Carlos de Castro Lozano.
- [5] DOMOTICA E INMOTICA. Viviendas y Edificios inteligentes. Cristóbal Romero Morales, Francisco Vázquez Serrano y Carlos de Castro Lozano.
- [6] EL PROYECTO DOMÓTICO. Metodología para la elaboración de proyectos y aplicaciones domóticas. Valdivieso, Carlos Fernández y Matías Maestro, Ignacio R. Madrid 2004, p19.
- [7] OPTO22 Company. Form 1584-071003, SNAP PAC R-Series controllers.
- [8] OPTO22 Company. Doc 0773_SNAP_Digital_Input_Modules_data_sheet.
- [9] OPTO22 Company. Form 1699-071008, PAC Project Software Suite.
- [10] OPTO22 Company. Doc 1696_SNAP_PAC_System_Specification_Guide.
- [11] OPTO22 Company. Doc 1638_SNAP_PAC_Learning_Center.

BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

- <http://www.apabcn.es/sostenible/>
- <http://www.casadomo.com/>
- <http://www.camba.com/domo/domo.htm>
- <http://www.domotique-news.com/>
- <http://www.homeautomationmag.com/>
- <http://www.electronichouse.com/>
- <http://www.automationfaq.com/>
- <http://www.aldeadomotica.com/>
- <http://www.bticino.com/>
- <http://www.abb.com/>
- <http://www.deltacontrols.com/>
- <http://www.echelon.com/>
- <http://www.isde-ing.com/>
- <http://www.europe.hbc.honeywell.com/>
- <http://www.schneiderelectric.es/>
- <http://www.siemens.es/ps/>
- <http://www.simon-sa.es/>
- <http://www.superinventos.com/>
- <http://www.monitoruno.com/accesorios.aspx>
- http://www.cmation.com/system_architecture.html

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- **Edificios Inteligentes.** Setrag Khoshafian, A Brad Baker, Razmik Abnous, Kevin Shepherd. Paraninfo, 1994. 500 pág.
- **Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios.** Leopoldo Molina y José Manuel Ruiz. McGraw-Hill, 1999. 317pág.
- **El Mundo de la domótica: Revista de control y gestión de edificios.** Cetisa Editores, S.A. (<http://www.cetisa.com/domotica/index.html>).

- **Técnicas y procesos en las instalaciones automatizadas en los edificios.** Juan Millán. Paraninfo, 2001. 209 pág.
- **Recomendaciones Prácticas para instalaciones domóticas.** Instuit, 2001. 26pág.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1.1 Sistemas que se integran al Home Networking.....	6
Figura 1.2 Características principales que sustentan un sistema Inmótico.....	8
Figura 1.3 Topología de red en estrella.....	11
Figura 1.4 Topología de red en anillo.....	12
Figura 1.5 Topología de red en bus.....	13
Figura 1.6 Topología de red en árbol.....	14
Figura 1.7 Arquitectura centralizada.....	15
Figura 1.8 Arquitectura distribuida.....	16
Figura 1.9 Arquitectura descentralizada.....	16
Figura 1.10 Ejemplo de transmisión de datos, utilizando un mismo protocolo y diferentes medios de transmisión.....	20
Figura 1.11 Diagrama de bloques general de un sistema inmótico.....	21
Figura 1.12 Funcionamiento de un sensor.....	22
Figura 1.13 Ejemplo de sensores en un sistema Domótico e Inmótico.....	24
Figura 1.14 Diagrama de bloques general de los actuadores en un sistema Inmótico.....	25
Figura 1.15 Esquema del sistema del Hospital un canto a la vida.....	29
Figura 1.16 PAC Opto22.....	30

CAPITULO II

Figura 2.1 Ejemplo de funcionamiento de un PAC.....	32
Figura 2.2 Comunicación de dispositivos con el PAC.....	34
Figura 2.3 Aplicaciones industriales modernas con múltiple tareas.....	35
Figura 2.4 Funciones que cumple es sistema Opto22.....	46

Figura 2.5 Lado de control en un sistema OPTO22.....	47
Figura 2.6 Ilustración del área de memoria fija y el block de notas.....	48
Figura 2.7 Ilustración de la interacción del sistema Opto22 con otros sistemas	49
Figura 2.8 Conexión directa entre la PC y el controlador Opto22.....	51
Figura 2.9 Conexión vía MODEM entre el controlador y la PC.....	53
Figura 2.10 Configuración de red básica.....	53
Figura 2.11 Control mediante utilización de dos redes diferentes.....	54
Figura 2.12 Arquitectura de red redundante.....	55
Figura 2.13 Descripción física del controlador SNAP PAC serie R.....	57
Figura 2.14 Dimensiones del Opto 22.....	58

CAPITULO III

Figura 3.1 Transmisión de datos mediante protocolo Wieland.....	63
Figura 3.2 Diagrama de bloques general del funcionamiento del control de Accesos.....	66
Figura 3.3 Diagrama de bloques general del funcionamiento del sistema de Iluminación.....	67
Figura 3.4 Circuito de conexión de los sensores de presencia y los sensores De incendio.....	69
Figura 3.5 Ilustración del sensor detector de humo y calor.....	69
Figura 3.6 Ilustración del sensor de presencia o movimiento.....	69
Figura 3.7 Circuito de conexión de las estaciones manuales de incendio.....	70
Figura 3.8 Ilustración de la estación manual.....	70
Figura 3.9 SNAP-PAC-R1.....	72
Figura 3.10 Módulos de E/S del Opto22.....	73
Figura 3.11 Tablero de control del sistema inmótico.....	74
Figura 3.12 SNAP-SCM-W2.....	75
Figura 3.13 SNAP-OAC5.....	76
Figura 3.14 SNAP-IAC5.....	77

CAPITULO IV

Figura 4.1 Diagrama de flujo del módulo iluminación interior.....	82
---	----

Figura 4.2 Diagrama de flujo estado manual/mantenimiento.....	83
Figura 4.3 Diagrama de flujo para manejo desde HMI.....	84
Figura 4.4 Diagrama de flujo del módulo iluminación exterior.....	85
Figura 4.5 Diagrama de flujo estado automático.....	86
Figura 4.6 Diagrama de flujo del módulo de control de accesos.....	87
Figura 4.7 Diagrama de flujo para validación de tarjeta magnética.....	88
Figura 4.8 Diagrama de flujo para validar acceso a determinada área y verificar Usuario.....	89
Figura 4.9 Diagrama de flujo del módulo de emergencia.....	90
Figura 4.10 Diagrama de flujo de monitoreo de alarmas.....	91
Figura 4.11 Diagrama de flujo del módulo de inicio.....	92
Figura 4.12 Pantalla principal.....	94
Figura 4.13 Pantalla para elección de iluminación interior o exterior.....	95
Figura 4.14 Pantalla de iluminación interna, estado de mantenimiento OFF...	95
Figura 4.15 Pantalla de iluminación interna, estado de mantenimiento ON.....	96
Figura 4.16 Pantalla de iluminación exterior, estado automático.....	97
Figura 4.17 Pantalla de iluminación exterior, estado semiautomático.....	98
Figura 4.18 Pantalla de iluminación exterior, estado manual.....	99
Figura 4.19 Pantalla de ingreso de clave para control de accesos.....	100
Figura 4.20 Pantalla de programación de las tarjetas.....	100
Figura 4.21 Pantalla en la que se visualiza el ingreso de visitantes.....	101
Figura 4.22 Pantalla de visualización de alarmas.....	102
Figura 4.23 Pantalla de mapa de consulta externa.....	103
Figura 4.24 Pantalla de historial de alarmas.....	104
Figura 4.25 Pantalla de emergencia, en estado OFF.....	104
Figura 4.26 Pantalla de emergencia, en estado ON.....	105
Figura 4.27 Pantalla de emergencia encendido desde la HMI.....	105
Figura 4.28 Esquema de conexión controlador-base de datos.....	106
Figura 4.29 Pantalla principal del OptoDataLink.....	107
Figura 4.30 Configuración de Tag names para enviar a la base de datos.....	107
Figura 4.31 Configuración para SQL Server 2005.....	108

CAPITULO V

Figura 5.1 Controlador SNAP PAC R1.....	112
Figura 5.2 Tablero de control.....	112
Figura 5.3 Controlado y PC conector mediante un switch.....	113
Figura 5.4 Plataforma de prueba del sistema inmótico.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I

Tabla 1.1 Relación entre medios de transmisión.....	18
Tabla 1.2 Clasificación de los sensores.....	23

CAPITULO II

Tabla 2.1 Características de Opto22.....	39
Tabla 2.2 Continuación de las características del Opto22.....	40
Tabla 2.3 Módulos de E/S de Opto22.....	43
Tabla 2.4 Especificaciones del Opto22.....	46

CAPITULO III

Tabla 3.1 Especificaciones de cada zona de la central de alarmas.....	71
Tabla 3.2 Resumen de E/S.....	78
Tabla 3.3 Código de planos.....	78

CAPITULO VI

Tabla 6.1 Inversión inicial Sistema Inmótico.....	115
Tabla 6.2 Inversión sector de emergencia.....	117
Tabla 6.3 Inversión sector de quirófanos.....	117
Tabla 6.4 Inversión sector de habitaciones.....	118
Tabla 6.5 Inversión total sistema inmótico.....	118

GLOSARIO

Actuador: Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como, por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.) motores (persianas, puertas, etc), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

Automatización y control: Servicio de Hogar Digital, incluido dentro del servicio básico “Sistemas de Control”, que agrupa los conceptos de automatización de: racionalización del consumo energético, iluminación, cerramientos motorizados (persianas, toldos, puertas, etc), climatización, entre otros.

Contactores: Son relés de potencia. Una bobina se excita con la tensión de alimentación y cierra unas platinas de cobre, cuya anchura y disposición permiten el paso de la corriente.

Domótica: Hablar de la vivienda del futuro es hablar de domótica. La domótica debe aportar soluciones de confort y seguridad ya que las demandas y necesidades del usuario final giran entorno a estas dos piedras angulares.

E/S: Entrada y salida.

Ethernet: Tecnología más ampliamente utilizada para redes de área local. Especificada en la norma IEEE 802.3, una LAN Ethernet generalmente utiliza cables Cat 5 (6-8) de pares trenzados. Los sistemas Ethernet más frecuentemente instalados permiten velocidades de transmisión entre 10 Mbps y 1 Gbps. Los dispositivos se conectan al cable y compiten en el acceso mediante un protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). También existe Ethernet con portadora de RF de acuerdo a la serie de normas 802.11 que utilizan las bandas de frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz.

Fiabilidad: Probabilidad de no error.

HMI: (Human- Machine Interface) Interfaz hombre- máquina.

Inmótica: Término utilizado para referirse a la automatización de grandes edificaciones teniendo en cuenta la mejora de la calidad de vida y la calidad trabajo.

Interfaz: Es la parte de un programa informático que permite a éste comunicarse con el usuario o con otras aplicaciones permitiendo el flujo de información.

PAC: (Programmable Automatic Controller) controlador de automatización programable.

PLC: (Programmable Logic Controller) controlador lógico programable.

PPP: Protocolo Punto a punto.

Relé: Son interruptores que permiten conmutar circuitos de potencia más elevada mediante una señal de baja potencia.

Sensores: Dispositivos que se encargan de la conversión de magnitudes de una determinada naturaleza a otra, generalmente eléctrica.

TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet de capa de Transporte que asegura la entrega satisfactoria de extremo a extremo de paquetes de datos sin error.

Unidad de control: Es la que gestiona todas las instalaciones, recibiendo las señales de los sensores y emitiéndoles a los actuadores.

ANEXOS

ANEXO A
PLANOS DEL SISTEMA INMÓTICO

ANEXO B

MÓDULOS DIGITALES DE ENTRADA

ANEXO C

MÓDULOS DIGITALES DE SALIDA

ANEXO D

MODULO SERIAL WIEGAND

ANEXO E
MÓDULO 4204 RELÉS INTELIGENTES

ANEXO F
LECTORES DE PROXIMIDAD Y
ACCESORIOS
ROSSLARE