

Diseño de un Sistema Domótico Aplicado a una Clínica de Hemodiálisis

Guido Miranda Reyna¹, Franklin Villamar Mendieta¹, Raúl Villacres Moreno¹, Ing. Edgar Leyton²

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación¹

Escuela Superior Politécnica del Litoral¹

Km 30.5 Vía Perimetral, 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador¹

Geovanny5005@hotmail.com¹, richito98@hotmail.com¹, frank_villamar@hotmail.com¹

²Director de Tópico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ing. Electrónico, eleyton@espol.edu.ec

RESUMEN

En el “Diseño de un Sistema Domótico Aplicado a una Clínica de Hemodiálisis” se pone de manifiesto la gran ventaja de usar la tecnología X-10 al trabajar sobre una infraestructura ya existente, sobretudo por el hecho de involucrar una inversión relativamente económica frente a las otras tecnologías domóticas actualmente conocidas en el mercado. Durante el desarrollo del tema se describe todo un capítulo explicativo de las características técnicas en que se basa el protocolo X-10. En el diseño propiamente dicho se explica de manera gráfica, práctica y muy concreta las razones y soluciones domóticas para cada una de las diferentes áreas claves de la clínica, según sea el caso. Finalmente se cumple con el objetivo de aumentar las condiciones de confort, automatización y seguridad tanto de los bienes como de los pacientes y del personal de una Institución Médica. Y como otro objetivo primordial se demuestra la recuperación de capital a corto plazo a través del ahorro energético, velando al mismo tiempo por el uso adecuado de este invaluable recurso natural en estos tiempos críticos de nuestro planeta.

Palabras Claves: Domotica, Hemodiálisis, X-10

ABSTRACT

In the “Design of a Domotic System Applied to an Hemodialysis Clinic” we have a great advantage which is using the X-10 technology over an existing infrastructure; principally, because of the convenient investment versus the other domotic technologies actually known by the market. Through the development of this topic it describes one whole explanatory chapter exclusively to show the technical characteristics of X-10 protocol. The design explains the reasons in a practical, graphic and concrete way and the domotic solutions in each of the key areas of the clinic, according to each case. Finally, the objective of increasing the comfort conditions is fulfilled, automation and security of goods, patients as well as personnel in a Medical Institution. And as an additional main objective, it demonstrates a short term capital recovery through saving energy, watching at the same time for an adequate use of this invaluable natural resource at critical moments in our planet.

Keywords: Domotica, Hemodialysis, X-10

1. Introducción

Este proyecto tiene como propósito general asegurar a los pacientes de una clínica de Hemodiálisis un aumento del confort, guardar por la seguridad, el ahorro energético que este represente y de las facilidades de comunicación mediante la automatización de la gestión y la información de la misma con el uso del protocolo de comunicación X-10.

En los dos primeros capítulos se describen las definiciones y principios teóricos empleados en este proyecto. Se explica detalladamente los conceptos de

Edificio Inteligente, así como sus principales características y diferencias entre los conceptos que encierra el término Domótica. Se incluye la justificación respectiva del uso del estándar a aplicar en el diseño domótico así también una clasificación de Tecnología y protocolos de redes doméstica, además se presenta en detalle el concepto básico del protocolo de comunicación X-10, así como se definen los

dispositivos que utiliza este estándar y su respectivo funcionamiento. Se hace énfasis al aplicativo para la solución X-10, como su funcionamiento para el control y acceso remoto de la Clínica de Hemodiálisis.

En los capítulos posteriores se describe las generalidades de la Clínica, la situación actual de las clínicas en el Litoral Ecuatoriano, se hace el análisis de los puntos de mayor criticidad para la operación de una clínica de Hemodiálisis, así también como el análisis de ahorro de energía y de seguridades. A continuación en los siguientes capítulos tratamos específicamente el diseño de la solución domótica de la Clínica de Hemodiálisis, se menciona los puntos críticos tratado en los capítulos anteriores con la respectiva solución domótica y su monitoreo remoto. Mediante este capítulo se propone una solución a los requerimientos de gestión domótica tratando de ajustarse a las condiciones de infraestructura actuales de la Clínica para de esta forma no sólo lograr ahorro energético sino el planteamiento de la seguridad de bienes y de personas.

En el último capítulo se realiza un breve análisis costo / beneficio comparando los costos operativos de todo el sistema y del ahorro energético que se tendrá a largo plazo.

Al final se detalla las conclusiones y recomendaciones propuestas durante el desarrollo del proyecto.

2.- Conceptos y definiciones de domótica

La evolución tecnológica de diferentes disciplinas, como la microelectrónica, las telecomunicaciones, la informática, la arquitectura y la automática, ha posibilitado una interacción de las mismas que ha desembocado en el concepto de edificio inteligente.

Los sistemas desarrollados, además de posibilitar los niveles de automatización demandados han estado persiguiendo una serie de cualidades que se han llegado a considerar factores clave en el desarrollo de los mismos. Los factores determinantes son la facilidad de uso, la integración de las funciones y la interactividad tanto entre ellos mismos como con el usuario.

2.1 Edificio domótico

El término domótica es ampliamente utilizado en la actualidad, aunque a veces la forma incorrecta, ya que se usa casi siempre para indicar cualquier tipo de automatización. 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.

Este término proviene de la palabra francesa domotique, que la enciclopedia Larousse definía en 1988 como “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de energía, comunicaciones, etc.” Es decir, el objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y de las facilidades de comunicación.

Por lo que domótica se refiere al conjunto de técnicas utilizadas para la automatización de la gestión y la información de las viviendas unifamiliares.

2.2 Características de los edificios inteligentes.

2.2.1 Topología de Red.

La topología de red define la estructura de una red. Una parte de la definición topológica es la topología física, que es la disposición real de los cables o medios (Fig. 1). La otra parte es la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios para enviar datos. Las topologías físicas más comúnmente usadas son las siguientes:

Una topología de bus usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone.

La topología de anillo conecta un host con el siguiente y al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.

La topología en estrella conecta todos los cables con un punto central de concentración.

Una topología en estrella extendida conecta estrellas individuales entre sí mediante la conexión de hubs o switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red.

Una topología jerárquica es similar a una estrella extendida. Pero en lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.

La topología de malla se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio. El uso de una topología de

mallas en los sistemas de control en red de una planta nuclear sería un ejemplo excelente. Como se puede observar en el gráfico, cada host tiene sus propias conexiones con los demás hosts. Aunque la Internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adopta la topología de malla completa.

La topología lógica de una red es la forma en que los hosts se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens.

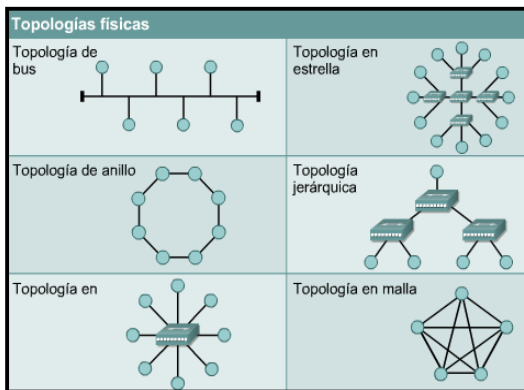


Figura 1. Topologías Físicas

2.2.2 Tipo de Arquitectura.

La arquitectura de un sistema inmóvil, especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar. Existen dos arquitecturas básicas: La arquitectura Centralizada y la Arquitectura Distribuida.

Arquitectura Centralizada.- es aquella en la que los elementos a controlar y supervisar (sensores, luces, válvulas, etc.) han de cablearse hasta el sistema de control del edificio (autómata, PC, etc.). Todos los elementos sensores, reúnen la información del sistema, y se la envía al controlador para que tome las decisiones y se la comunique a los elementos actuadores. El sistema de control es el corazón del edificio, ante cuyo fallo todo deja de funcionar (Fig. 3).

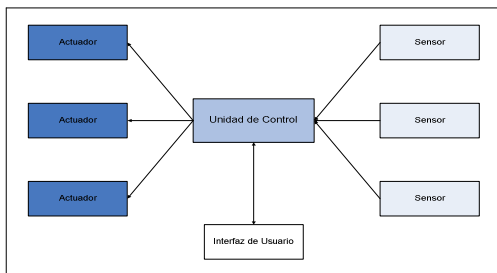


Figura 3. Arquitectura Centralizada

Arquitectura Descentralizada.- como el nombre lo indica, es justamente la arquitectura opuesta a la descentralizada. En la arquitectura descentralizada, todos los elementos del sistema, disponen de inteligencia, en el sentido de que son totalmente independientes. El sistema debe disponer de un bus compartido, que permita la comunicación de todos los elementos (Fig. 2).

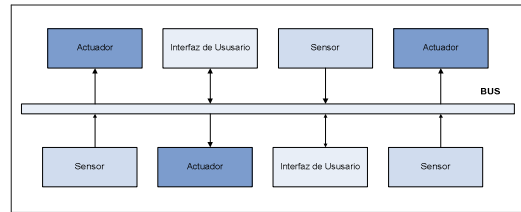


Figura 2. Arquitectura Descentralizada

Arquitectura Distribuida.- la idea de la arquitectura distribuida es mejorar las dos arquitecturas anteriores, para ello el elemento de control se sitúa próximo al elemento a controlar. Ahora no existe un único elemento de control que gobierna todo el sistema, sino que existe varios elementos entre los que se reparte la tarea de control. Estos nuevos elementos de control se denominan nodos, y a ellos se conectan los elementos básicos.

2.3.3. Medio de Transmisión.

El medio de transmisión es el soporte físico que utilizan los diferentes elementos para intercambiar información unos con otros (par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio, infrarrojos, etc.)

2.4 Tecnología aplicadas a edificios inteligentes

Hoy en día en el desarrollo de la domótica, se han visto un sinnúmero de nuevos sistemas para la automatización de edificios, muchos de los cuales han llegado a hacer un estándar, aunque la gran mayoría son sistemas propietarios o distribuidos por fabricantes, con nombre distinto al genérico (Fig. 4).

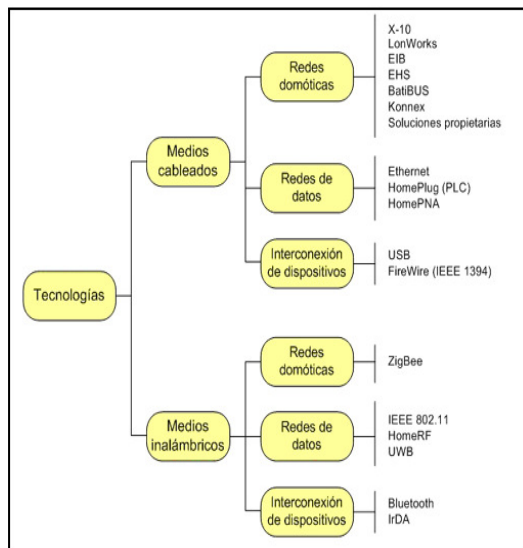


Figura 4. Clasificación de Tecnologías y Protocolos de las Redes Domésticas.

2.5 Justificación del estándar X-10

En vista de que nuestro país está ubicado en el hemisferio sur del continente americano y debido a la estrecha relación comercial con los EEUU de Norteamérica, lo cual permite la facilidad en la importación de los equipos, unido al hecho de que usamos los códigos y estándares eléctricos americanos en dispositivos eléctricos y electrónicos (Voltaje de 110 Vac a una frecuencia de 60 Hz).

Por otro lado el hecho de su fácil adquisición, costos más bajos con respecto a otros estándares y su fácil implementación en viviendas y edificios residenciales de dimensiones que se ajustan a nuestro propósito de proyecto orientado a una clínica de Hemodiálisis se tomo la decisión de utilizar el Estándar X-10 para llevar a cabo el mismo.

3. Estándar domotico x-10 para control y automatización

3.1 Conceptos básicos de la tecnología

El protocolo X-10 es un estándar para la transmisión de información por corrientes portadoras, por lo que permite controlar dispositivos de manera remota, utilizando el tendido eléctrico y de los módulos receptores a los que están conectados.

La red eléctrica no está diseñada para la transmisión de datos, así que para proporcionar un servicio más o

menos fiable, el sistema de comunicación X10 requiere de mecanismos relacionados con las siguientes áreas:

- Sincronización de señales
- Representación de la información digital
- Trasmisión de datos
- Fiabilidad de mensaje
- Fiabilidad de transmisión
- Tiempo de espera entre transmisiones
- Transmisión completa
- Recepción del mensaje

3.1.1 Principio de funcionamiento

Esta estándar, utiliza modulación de ondas, siendo la señal de red de 220 VAC la onda portadora. Como moduladora se utiliza una señal de muy bajo voltaje a 120 KHz. El resultado es una onda modulada como la de la Figura 5.

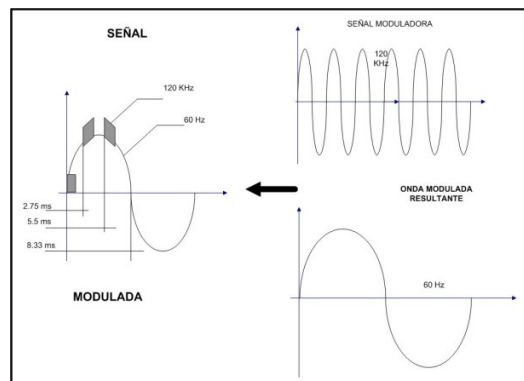


Figura 5. Onda modulada resultante

La onda modulada actúa a lo largo de los ciclos como generadora de código digital. El protocolo X-10 se sirve de 11 ciclos de tensión alterna de 220 VAC, la misma red, para insertar o no en cada ciclo la señal de 120 KHz. En general, la existencia de esta señal representa un uno y su ausencia un cero. Los primeros cuatro bits representan el código de inicio. Son especiales en el sentido de que la ausencia de señal de 120 KHz en un semiciclo representa un cero y lo contrario un uno.

Para una mayor claridad, las señales de la Figura 5 se muestran en la Figura 6 tal como se verían a través de un filtro paso-alto. La forma de la curva de 50 Hz solo se muestra como referencia.

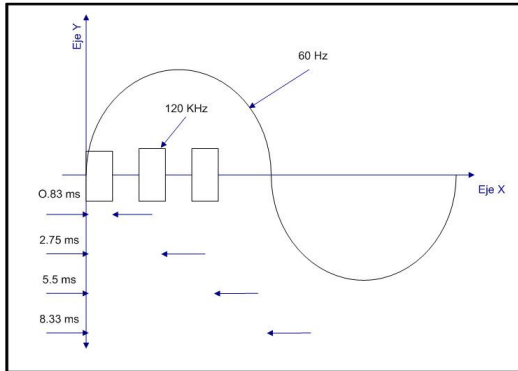


Figura 6. Onda modulada resultante

La señal de 50 Hz (corriente) alimenta a los receptores y la señal de 120 KHz. (de información) se filtra y es recibida por los receptores.

El protocolo X-10 usa una modulación muy sencilla comparada con la que usan otros protocolos de control por ondas portadoras. El transceiver X-10 está pendiente de los pasos por cero de la onda senoidal de 50 Hz típica de la alimentación eléctrica (60 Hz en EEUU) para insertar un instante después una ráfaga muy corta de señal en una frecuencia fija.

Se puede insertar esta señal en los semiciclos positivos y negativos de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 ms y el 0 binario se representa por la ausencia de ese pulso de 120 KHz. En un sistema trifásico el pulso de 1 ms se transmite tres veces para que coincida con el paso por el cero en cada una de las tres fases.

Por lo tanto, el Tiempo de Bit coincide con los 20ms que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps (bits por segundo) viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica que tenemos en Europa (50 Hz). En Estados Unidos la velocidad binaria son 60 bps (bits por segundo), ya que su frecuencia de la red eléctrica es de 60 Hz.

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente. Esta trama se divide en tres campos de información:

Dos ciclos representan el código de inicio.

Cuatro ciclos representan el código de casa(A-P)

Cinco ciclos representan o bien el código numérico (1-16) o bien el código de función (encender, apagar, aumento de intensidad, etc.)

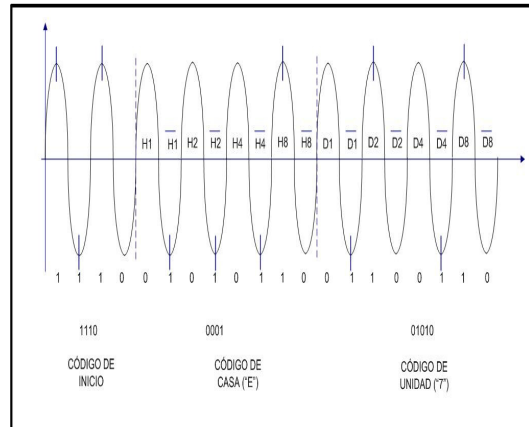


Figura 7. Codificación de la trama X-10 dentro de la onda de corriente alterna

En la Figura 7, la línea vertical en cada cresta representa la señal de 120 KHz. Además se puede observar que inmediatamente después de los primeros dos ciclos que representan el código de inicio, cuatro bits, se tiene dos bloques: el primero representa el llamado código de casa y comprende otros cuatro bits y el segundo representa el llamado código de unidad y comprende los últimos cinco bits del protocolo.

La forma de extraer la codificación en estos dos últimos bloques es ligeramente distinta a como se hace en el primero. Mientras en el código de inicio se toman en cuenta los semiciclos, en el código de casa y en el de unidad sólo se extrae la información del primer semiciclo de cada ciclo, aprovechando el segundo semiciclo para transmitir la señal del primero pero complementada. Esto se hace por seguridad. Así, en un ciclo de cualquiera de estos dos últimos bloques no puede saber dos ceros o dos unos segundos, si entre ciclos distintos.

La petición de saludo se transmite para comprobar si existen otros transmisores X-10 dentro del rango de escucha. Esto permite al OEM asignar un código de casa diferente si se recibe un mensaje de aceptación de saludo.

En una instrucción de atenuación preestablecida, el bit D8 representa el bit más significativo del nivel. H1, H2, H4 y H8 representan los bits menos significativos.

El código de datos extendido se sigue de bytes que pueden representar información analógica (después de una conversación A/D). No debe existir separación entre los bytes de datos, ni entre el código de datos extendidos y de datos reales.

3.1.2 Características del sistema

Entre las principales características que representan a este sistema tenemos las siguientes:

Es un sistema descentralizado, configurable, no programable.

De instalación simple, pues utiliza la señal alterna como alimentación y como transmisor de los datos.

Muy fácil de manejar por el usuario.

Flexible y ampliable.

3.1.3 Acondicionamiento de la red eléctrica

Una instalación trabajará en condiciones óptimas cuando no existan factores perturbadores que atenúen el nivel de las señales de control.

Las fuentes de perturbaciones más frecuentes suelen ser todos aquellos aparatos eléctricos, lavadoras, televisores, etc., que no lleven un sistema adecuado de supresión de interferencias, para la cual se utilizan los filtros de red.

Para un mejor acondicionamiento de la red es importante insertar en el cuadro distribución y protección de la vivienda un filtro, cuya misión será bloquear señales parásitas de otros sistemas de portadoras, de forma que no entren en la instalación y a la vez ejercer como barrera para que los mensajes de control de nuestra instalación no salgan al exterior y sea un factor perturbador para otras instalaciones. La ubicación idónea de este filtro sería antes del disyuntor termomagnético.

2.1 Dispositivos

A continuación se describirán diferentes dispositivos habituales en una instalación con X-10. Para ello se utilizan datos obtenidos en el catálogo de una empresa Home-System (Fig. 8). En particular se mostraran agrupados en torno a los siguientes:

Programadores.- Se utilizan para comunicar la red X-10 con un ordenador y par alojar macros.

Actuadores.- Convierten las señales X-10 en una acción eléctrica (encender o apagar un aparato eléctrico, por ejemplo)

Emisores.- Generan en la instalación una señal X-10

Filtros.- Aíslan la red X-10 y el resto de la instalación

Otros sistemas compatibles.- Como cámaras, sistemas de seguridad

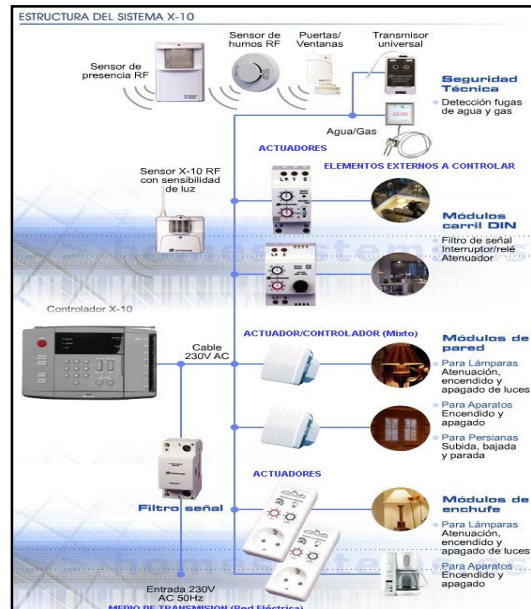


Figura 8. Dispositivos utilizados en una instalación domótica con X-10

3. Diseño de la solución domótica para el control y automatización de la clínica de hemodiálisis

3.1 Diseño general de la solución domótica.

Planta baja (Fig. 9)

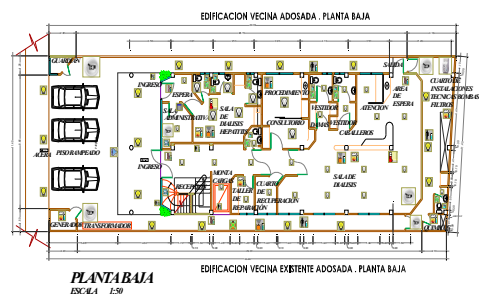


Figura 9. Diseño General Domótico Planta Baja

Planta alta (Fig. 10)

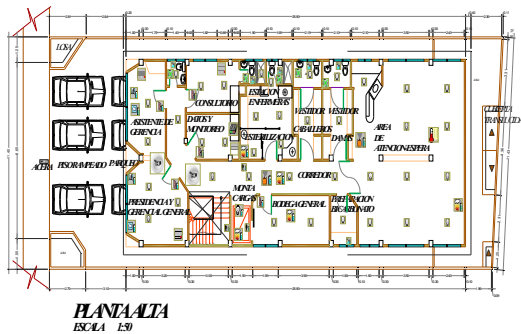


Figura 10. Diseño General Domótico Planta Alta

3.2 Diseño del sistema de seguridad.

3.2.1 Sistema de Seguridad de las personas.

Para el diseño de este subsistema se toma como solución la instalación de detectores de humo y detectores de gases tóxicos, los cuales son colocados en ambas plantas de los sectores más críticos detalladas a continuación:

Para la necesidad de detectar posibles fugas de gases nocivos y posibles causas de incendio, las áreas a considerar son las siguientes:

Cuarto de Instalaciones Técnicas, bombas y filtros.- Sector donde encuentra los equipos utilizados para el tratamiento de agua, además del repositorio de Agua tratada, se coloca un sensor de humo para detectar algún daño eléctrico sobre los equipos de tratamiento y bombas de agua el cual pueda ocasionar incendios.

Cuarto de Generador.- Un sensor de humo es instalado en el Cuarto del Generador, para alertarnos de algún indicio de incendio, debido al calentamiento que pueda ocurrir en los cables de energía eléctrica.

Cuarto de químico.- Debido a que en el mismo se almacena Hipoclorito de Sodio para la desinfección de los equipos de hemodiálisis, así como también Acido Acético concentrado, se toma la decisión de colocar un detector de humo y un detector de gases tóxicos.

Corredor lateral izquierdo.- Donde se encuentra ubicada la central de oxígeno desde donde nace un circuito tipo anillo, de tubería sobrepuesta que rodea tanto la planta baja como la planta alta para alimentar las diferentes tomas de oxígeno en las salas de

hemodiálisis, se coloca un sensor de gas y una válvula de cierre de gas.

Salas de Diálisis A y B.- Donde se encuentran distribuidos diferentes tomas de oxígeno para los pacientes, aquí se decide colocar dos detectores de gases y sensores de humo, ubicados uno en cada sala, para tener la seguridad de que no se produzca alguna combustión por fuga de gases.

Salas de Procedimientos Quirúrgicos.- en la cual se encuentran llaves de paso para el suministro de oxígeno, de igual forma se decide tomar en cuenta para el diseño colocar un detector de gases y un detector de humo, por ser uno de los sitios más críticos debido que aquí se realizan las cirugías de urgencias requeridas para el tratamiento de Hemodiálisis.

Al activarse los detectores de humo, la señal receptada por el sistema central se encargara de activar las llamadas a los números previamente programados correspondientes a la gerencia, jefatura de mantenimiento, cuartel de bombero más cercano y por ultimo activará la alarma visual y sonora colocada en las afueras de la clínica, para que esto sea posible, en el diseño se considera como primordial colocar un VOICE DIALER SECURITY CONSOLER (PS561), el cual consiste en un marcador automático de números telefónicos que debe ser conectado a la línea telefónica ubicado en la sala de Presidencia y Gerencia General del la planta Alta. Es programado de tal manera que reciba una orden X10 de un código de casa en particular, automáticamente realizará la llamada de emergencia a los números previamente registrados, indicando que ha detectado una fuga de gases tóxicos o que a su vez está detectando humo, indicando un indicio de posible incendio.

Los equipos utilizados para el sistema de seguridad de las personas, tenemos:

Detectores de Fuga de Gas.- Dependiendo del tipo de gas, el sensor de detección de gas se instala cerca de la posible fuente de fuga y a 30 cm del techo, para el caso de gases ligeros como el gas natural o metano, o a 30 cm del suelo para el caso de gases pesados como propano o butano (Fig. 11).



Figura11. Detectores de Fuga de Gas

Detectores de Humo.- Permite la detección de humo en espacios interiores, mediante sistemas ópticos (No radioactivos), con aviso acústico y óptico, además de transmitir la alarma a la consola de seguridad, nuestro diseño cuenta con el Sensor Inalámbrico de Humo X10 SD18 (Fig. 12).



Figura12. Detector de Humo óptico

3.2.2 Sistema de Seguridad de Bienes.

Para el sistema de Seguridad de Bienes se toma como solución, la instalación de Cámaras de Seguridades X-10 en el interior de la clínica, en puntos estratégicos descritos en este capítulo, logrando tener un sistema de cámaras de monitoreo interno, así también como diversos sensores de presencia, sensores de apertura de puertas-ventanas y sensores de rotura de cristales.

3.3 Diseño del sistema de control energético.

La domótica se encarga de gestionar el consumo de energía, mediante temporizadores, relojes programadores, termostatos, sensores, es por eso que hemos considerado como una aplicación muy importante el uso racionalizado de los recursos energéticos mediante la utilización de los dispositivos X-10.

3.3.1 Sistema de Control para la Zonificación de la Climatización.

El diseño del área de climatización varía con respecto a otras áreas a domotizar, puesto que necesita corrientes muy elevadas y los equipos X-10 no soportan este tipo de cargas, es por eso que se ha implementado un relé de 110V trifásico conectado a un módulo de pared AM486 para el encendido y apagado de dichas cargas.

Para el diseño del sistema de climatización se tomó como solución la instalación de termostatos TH2807, sensores de movimiento MS16A, y módulos de pared AM486 y HD245 para 220 V los cuales serán colocados en ambas plantas (Fig. 13 y Fig. 14).

Actualmente la clínica consta de tres tipos de climatización:

- 1.- Centrales de aire
- 2.- Aire Acondicionado
- 3.- Extractores de aires

1.- Centrales de aire.- La clínica consta de tres centrales de aire: 2 en la planta baja y una en la planta alta.

La primera central cubre un área de 140 m² y está comprendida por la Sala de Diálisis, recepción, taller de reparación, cuarto de recuperación, vestidores y baños.

La segunda central es casi la mitad de la primera central con un área de 60 m² la cual es suficiente para abastecer las siguientes áreas: Sala de Diálisis-Hepatitis, Administración, Consultorios, Procedimientos y Baños.

La tercera central es la más grande de todas y se encuentra ubicada en la planta alta cubriendo un área de 153 m² suficiente para zonificar los diferentes sectores tales como: Área de atención y espera, Preparación de bicarbonato, Bodega general, Esterilización, Estación de enfermeras, Vestidores y Baños.

2.- Estos aires acondicionados se encuentran ubicados en la planta alta exclusivamente para la presidencia, asistente de gerencia, consultorio y departamento de datos.

3.- Los extractores de aire están ubicados exclusivamente en los baños de esta manera se puede controlar su encendido y apagado utilizando los mismos sensores de presencia que se usan para el sistema de iluminación, de esta manera cada vez que ingrese una persona este se encienda tanto la iluminación como el extractor de aire, dando un óptimo ahorro energético. Estos extractores de aires se encuentran ubicados en los baños.

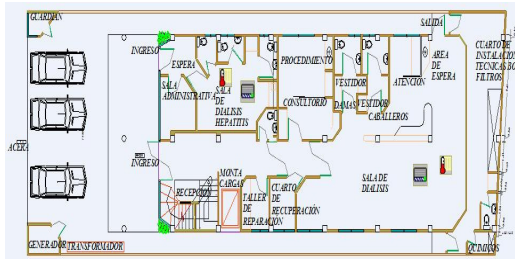


Figura 13. Sistema de Control para la Zonificación de la Climatización Planta Baja.

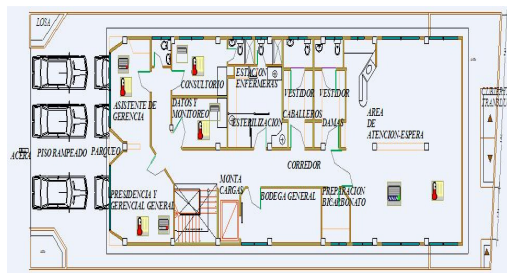


Figura 14. Sistema de Control para la Zonificación de la Climatización Planta Alta.

3.3.2 Sistema de Control de Iluminación.

La solución del sistema de control de Iluminación, consiste en optimizar el consumo de la energía eléctrica, a través de los dispositivos X-10.

Para el estudio del diseño de la domotización de la Clínica de Hemodiálisis, se ha decidido instalar en cada corredor principal, sistemas de sensor de movimiento, el cual al detectar un movimiento externo, se disparará una señal X-10 hacia otro dispositivo LM15A, e inmediatamente se encenderá la luz en cuanto el dispositivo haya detectado movimiento, permitiéndonos únicamente tener encendidas las luces cuando existan personas circulando por los corredores.

En los Baños también fueron instalados sensores de movimiento con su respectivo LM15A, el cual consiste en una boquilla, capaz de recibir señales X-10, realizando el encendido y pagado de las luces de manera automática.

Para el resto de los cuartos en los cuáles las personas permanecerán en ellos, se optó por la solución de instalar módulos WS467. Este módulo conocido como Wall Switch, consta de un dimmer, el cual es controlado remotamente y de manera local presionando el interruptor.

El software ejecutará tareas programadas o macros que servirán para la activación automática de las luces controladas a través de este módulo.

3.4 Diseño del sistema de control del suministro de agua

En el capítulo anterior se describe como punto crítico de control, al Sistema de suministro de Agua y la planta tratadora de Agua potable.

En este tema se enfoca al diseño de la solución de estos puntos críticos importantes para el desarrollo continuo de la clínica.

3.4.1 Sistema de Control de Suministro de Agua Potable en Servicios Generales.

La clínica de Hemodiálisis “PASAL”, cuenta con una cisterna en la parte frontal de la Unidad, con la cual a través de una bomba de presión de agua, extrae el agua del sistema de Agua Potable de la ciudad de Guayaquil, para llenar la cisterna.

La solución planteada es la instalación de carriles DIN en las bombas de presión de Agua de la siguiente manera:

El sistema contará de sensores ubicados en el extremo inferior y superior de la cisterna, cuando la cisterna registre un nivel de agua inferior al límite permitido de suministro de agua, este enviará una señal X-10 al carril DIN, de manera que el permitirá la habilitación de la bomba de presión de agua para el suministro de agua potable hacia la cisterna de la clínica. Una vez alcanzado el nivel máximo requerido, un segundo sensor enviará una señal X-10 al carril DIN, indicando que es suficiente de agua, haciendo el apagado automático de la bomba de presión, consiguiendo optimizar el ahorro energético, el desperdicio de Agua y la ausencia de esta.

3.4.2 Sistema de Control en la Planta Tratadora de Agua para Hemodiálisis.

En la descripción anterior planteada como punto crítico, nombramos al Sistema de Control en la Planta Tratadora de Agua para Hemodiálisis.

Para la solución de este punto crítico, utilizaremos el mismo criterio del sistema indicado en el Suministro de Agua Potable.

La planta Tratadora de Agua potable cuenta con una cisterna en la parte posterior de la clínica, el cual a través de bombas de presión de agua suministra esta cisterna del Agua Potable de Guayaquil.

En la cisterna se ubicarán dos sensores fijando el nivel inferior y superior permitido de suministro de agua en la cisterna, estos enviarán una señal RF hacia el carril Din instalado a la alimentación eléctrica de la bomba de presión de agua, provocando así el encendido y apagado automático de la bomba de presión de agua.

La planta tratadora de Agua, cuenta con un tanque con agua tratada, el cual abastece a las máquinas de Hemodiálisis, por lo que es de suma importancia que estos tanques permanezcan lleno de suministro de agua tratada.

La solución implementada para este sistema consiste en la ubicación de detectores de Humedad en el piso de la planta Tratadora de Agua, verificando que no haya fuga en los tanques reservorios de Agua Tratada, y dos sensores, uno en la parte superior y otros en la parte inferior del Tanque, indicando los niveles permitido de Agua Tratada. Al igual que los sistemas anteriores estos sensores enviarán señales X-10 a uno de los carriles Din instalados en la máquina tratadora de Agua, el cual se activará en caso de requerir más suministro de Agua Tratada. Se ha instalado una cámara X-10 con el fin de verificar y monitorear que el correcto funcionamiento del sistema.

3.5 Diseño del sistema de monitoreo remoto de la clínica de hemodiálisis.

El prototipo de control domótico que se presenta a continuación consta de los siguientes elementos:

- 1.- Un cliente Web conectado a Internet, quien desde la comodidad de su casa, cyber café o algún otro lugar con servicio a Internet puede encender o apagar cualquier aparato electrodoméstico de la clínica.
- 2.- Un servidor de página Web, incluida en la licencia de la aplicación del Active Home Pro, el cual servirá de Intermediario y se encargará de mostrar al usuario remoto una interfaz dinámica con los aparatos instalados en la clínica que pueden ser controlados remotamente.
- 3.- Una computadora en casa con el software de control Active Home Pro con la licencia instalado para el acceso remoto "My House Online", que se encargará de recibir las órdenes desde el Servidor Web de Internet para entonces enviar instrucciones a los dispositivos Actuadores para que enciendan o apaguen dispositivos X-10 de la clínica (Fig. 15).
- 4.- Dispositivos como Actuadores y sensores que se encargarán de recibir y procesar toda orden de

encender o apagar algún aparato electrodoméstico disponible en la clínica.

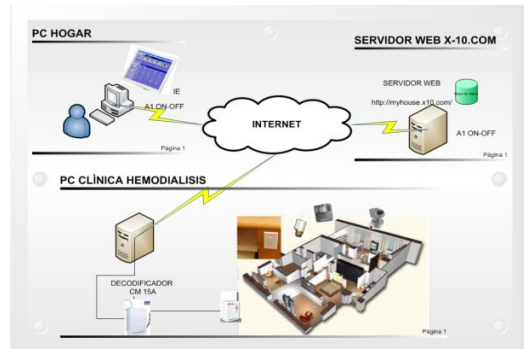


Figura 15. Diseño del Monitoreo Remoto de la clínica de Hemodiálisis.

4. Análisis de costos del proyecto

4.2 Costos de implementación e instalación

En este capítulo se detallaran los costos para la implementación del sistema domótico basado en el protocolo de comunicación X-10.

Los costos de implementación representan la suma de los:

- Gastos directos por adquisición de equipos y software.
- Gastos directos por mano de obra

4.2.1 Gastos directos por adquisición de Equipos y software

Los Gastos directos por adquisición de Equipos y software se refieren básicamente a la adquisición de dispositivos y/o accesorios pasivos y activos, así como las licencias de software utilizados para el diseño Domótico en la Clínica de Hemodiálisis "PASAL".

De acuerdo al análisis realizado para el diseño se presenta a continuación la tabla, el cual representa de manera general los equipos con los valores de costo a adquirir para nuestro diseño (Tabla1).

Tabla 1. Gastos de equipos

RESUMEN DE COSTOS DE EQUIPOS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DOMÓTICO DE LA CLÍNICA DE HEMODIÁLISIS					
TIPO	ID EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	PRECIO X UNIDAD	CANTIDAD	COSTO
ACTUADOR	VIS467	WALL SWITCH	\$ 12.99	19	\$ 246.81
	LM15A	SOCKET ROCKET	\$ 20.00	29	\$ 580.00
	AW486	APPLIANCE MODULE	\$ 12.99	4	\$ 51.96
	TM761	TRANSCIEIVER	\$ 12.99	4	\$ 51.96
	PS661	DIALER SECURITY VOICE	\$ 100.00	2	\$ 200.00
	TH2807-4A	Thermostat Set-Back	\$ 19.99	2	\$ 39.98
	SR227	RECEPTACLE MODULE	\$ 17.00	20	\$ 340.00
SENSOR		BLOQUEADOR DE SEÑALES	\$ 150.00	1	\$ 150.00
	DS10A	SENSOR DE APERTRURA DE PUERTAS	\$ 19.99	5	\$ 99.95
	MS10A	SENSOR DE MOVIMIENTO	\$ 49.99	2	\$ 99.98
	SEG06	SENSOR DE ROTURA DE CRISTALES	\$ 75.00	3	\$ 225.00
		SENSOR DE HUMO	\$ 40.00	7	\$ 280.00
		SENSOR DE GASES TÓXICOS	\$ 79.99	2	\$ 159.98
		DETECTOR DE FUGA DE GASES	\$ 69.99	2	\$ 139.98
		SENSOR DE INUNDACIÓN	\$ 12.99	12	\$ 155.88
M16A	ACTIVE EYE MOTION SENSOR	\$ 24.99	29	\$ 724.71	
CONTROLADOR	73104	TOUCH SCREEN HOME CONTROL	\$ 980.00	1	\$ 980.00
CÁMARAS Y DISPOSITIVOS EXTRAS	XX16A	XCAM2 COLOR VIDEO CAMERA	\$ 69.99	12	\$ 839.88
	VT38A	FLOOD CAM - STARTER KIT	\$ 119.99	1	\$ 119.99
	VA11A	ADAPTADOR USB X-10 PARA TELEMONITOREO	\$ 70.00	2	\$ 140.00
	RE101	VIDEO RECEIVER	\$ 39.99	3	\$ 119.97
	ROUTER	CISCO 1841 INTEGRATED ROUTER	\$ 990.00	1	\$ 990.00
LAPTOP	IPS Laptop con procesador Intel® Core™2 Duo T8100	\$ 1.100.00	2	\$ 2.200.00	
SOFTWARE Y LICENCIAS	SV031A	ACTIVE HOME PRO	\$ 49.99	1	\$ 49.99
	SV04A	MY HOUSE ONLINE	\$ 49.99	1	\$ 49.99
	SV026A	VANGUARD COCHTROL CENTER SOFTWARE	\$ 149.99	1	\$ 149.99
	SV02A	SMART MACRO SOFTWARE MODULE	\$ 49.99	1	\$ 49.99
TOTAL GASTOS DE EQUIPO					\$ 9.122.88

5. Conclusiones

La domótica es un área que prácticamente está empezando abrirse mercado en el Ecuador en el mundo de las tecnologías de la información, sin embargo, en contra de lo que pueda parecer, existen soluciones sencillas, ya estudiadas que pueden proporcionar un muy buen servicio al usuario sin necesidad de desarrollar nuevos sistemas.

Muchas de las soluciones domóticas requieren de tendido de cableado, lo cual puede ser imposible o estéticamente inapropiado en edificios con valor histórico-artísticos que necesiten de un sistema domótico. Así pues, con el sistema descrito para el desarrollo de la Domotización de nuestra Clínica de Hemodiálisis, es posible realizarlo con los dispositivos X-10, ya que su costo en implementación es inferior comparada con otras tecnologías a fines, debido a que estos dispositivos consisten en módulos plug & play, es decir que son adaptables a la línea eléctrica ya definida en la clínica y no necesitan de configuraciones especiales para su utilización.

El sistema X-10 es muy versátil, gracias a la arquitectura del diseño del software y su orientación de Cliente Servidor, que es independiente de la subred instalada e incluso de su medio físico.

Los sistemas de domótica basados en protocolo X-10 ofrecen una gran compatibilidad entre fabricantes ya

que se encuentran estandarizadas tanto las características eléctricas como lógicas del protocolo.

6. Referencias

- [1] Kane John, Lindolm Carl, Kanouse Patrick, *Academia de Networking Cisco Systems*, Cisco System, Inc. Tercera Edición, USA 2004.
- [2] Romero Morales Cristóbal, *Domótica e Inmótica, Vivendas y Edificios Inteligentes*, Ra-Ma, Madrid Primera Edición, España. 2004.
- [3] Acuña Rodrigo Agost, Ahumada Ojeda Jonhson, Avendaño Arriaga Mariela, *Domótica-La casa Inteligente*, <http://www2.udec.cl/~racuna/domotica/x10.htm>, Universidad de Concepción, Chile 2001
- [4] Home Monitoring-SmartHomeUSA.com, Dispositivos de monitoreo, <http://www.smarthomeusa.com/Shop/Home-Monitor/> Smart Home Systems, Inc., 1997.
- [5] Falcón Márquez Odalys Rosa, Propuesta de Sistema de gestión y control de energía en la Universidad de Ciencias Informáticas, http://www.revistaciencias.com/publicaciones/Ek_kEyluyIExypDsBir.php RevistaCiencias.com, Cuba Septiembre 2008.
- [6] X10 Home Gadgets, Home Security, Home Automation, Security Cameras, <http://www.x10.com/homepage.htm> X10.com, USA 1997-2007