

CAPÍTULO I
FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

A mediados de la década de los ochenta, se comienza a hablar de la Domótica como nombre que identifica productos y técnicas capaces de automatizar o robotizar las actividades. Como lo menciona la web de la Domótica, "... en verdad la Domótica aparece, en parte, para sustituir a los llamados "edificios inteligentes" después de un fracaso de la tecnología que se aplicó a estos edificios." Ingeniería de la Domótica (2004)

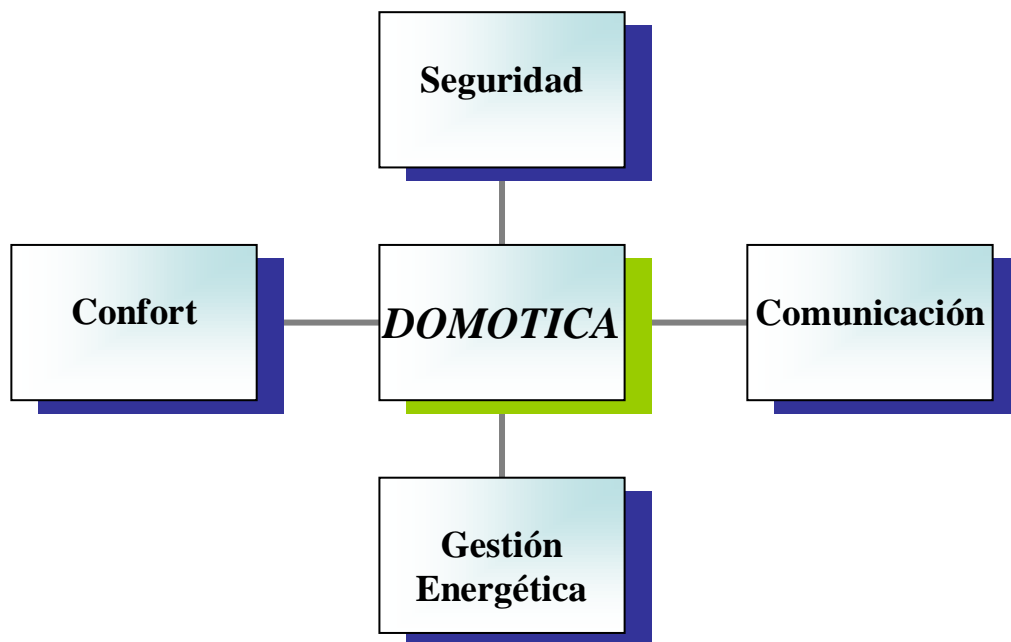
Los Sistemas Domóticos actuales integran automatización, informática y nuevas tecnologías de la información. La Domótica es el *"conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como el mejor medio para satisfacer estas necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano. "* Domótica Viva, S.L. (2004)

El termino *Domótica* es aceptado por todos los agentes involucrados en la robotización, coincidiendo, además, con la aparición de otras tecnologías más específicas, con lo que se inicia un auge de las aplicaciones domóticas.

Poco tiempo después, se inicia una campaña mercantilista para cambiar el nombre de la Domótica, así como el más reciente "casa digital". La *Domótica* hace referencia a una disciplina tecnológica más que a un recurso determinado y todos los sistemas aptos para la robotización, en mayor o menor medida, quedan incluidos por definición dentro de la Domótica, por este motivo es importante determinar los grados de domotización cuando se utiliza la frase "casa domótica" y para valorar con éxito una casa Domótica es necesario definir la Domótica lo mejor y más claro posible. Por ejemplo, existe Domótica en un control independiente de temperatura por termostato.

Sin embargo el impacto que se realiza en una edificación es la automatización y control que la Domótica proporciona, ha beneficiado de manera directa la forma de interacción individuo-hogar y mejora racionalmente el gasto de los recursos energéticos.

FIGURA 1.1. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN LA DOMOTICA.



REALIZADO POR: POSTULANTES

En la actualidad se destina buena parte del presupuesto al pago de los servicios básicos de electricidad, teléfono y de agua. Aún con los aditivos tecnológicos usados para la disminución del gasto en estos servicios (bombillos fluorescentes de arranque electrónico, bloqueadores de línea telefónica y llaves de agua antigoteo) el gasto cada vez va en aumento.

Si se presta atención a la causa del gasto en los servicios básicos del Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA), se puede llegar a la conclusión de que parte de éste se debe al mal uso que se hace de los mismos.

Mal uso que se refleja en las siguientes acciones de los usuarios:

- a) Descuido involuntario al olvidar apagar las luces.
- b) Apertura de llaves de agua por periodos largos de tiempo. Ya sea por su mal uso al cepillarse con la llave de agua abierta o enjabonarse con el chorro de agua abierto.
- c) Realizar llamadas telefónicas por varias horas o hacerlas hacia destinos prohibidos (aumento del gasto en servicios).

Las acciones anteriores, simples a primera vista y repetidas todos los días, representan un gasto innecesario que incrementa el gasto en el pago de servicios. Además, la calidad del servicio de agua y electricidad vienen sufriendo un deterioro constante y creciente ante una demanda que crece cada día. Un ejemplo desalentador es lo que sucede en la ciudad de Cuenca, que se puede catalogar como crítica, pues la falta de agua durante los períodos de verano ocasiona un racionamiento extremo. Esta escasez obliga a las autoridades locales a llevar un régimen de ahorro muy severo varios días a la semana, lo que desagrada a la mayoría de los ciudadanos, por las incomodidades que esto implica. También el racionamiento eléctrico es crítico debido al crecimiento de la demanda en los últimos años, lo que ha mermado la capacidad de generación actualmente instalada. A pesar de que hacen inversiones multimillonarias en la adquisición de equipos (turbinas de generación) la demanda es muy grande. Por lo que un gasto racional de este servicio es obligante e imperativo en nuestro país.

Por otro lado el servicio de telefonía fija residencial que actualmente es el segundo servicio líder en abonados [Ultimas Noticias (2009)], acarrea gastos muy significativos que superan a veces a los otros servicios (electricidad y agua). Por lo que un correcto control en su uso redundará en la disminución del gasto.

A todo lo expuesto anteriormente se une el *ahorro energético*, que en resumidas cuentas, es un aspecto crítico a medida que los recursos energéticos del País y del mundo van disminuyendo por inexorable e irracional explotación. En el Ecuador dispone esencialmente tres tipos de fuentes de energía eléctrica: hidráulica,

térmica e importada. El aporte energético de otras fuentes energéticas alternativas es casi nulo, como es el caso de generadores fotovoltaicos, y prácticamente inexistentes, en el caso de generadores solares, biomasa o nucleares, para citar entre las fuentes de energía alternativas más regulares en los países desarrollados. Por lo que una racional conservación de estos recursos será beneficiosa para la sociedad actual y futura.

La solución propuesta está dirigida a disminuir en lo posible el gasto generado por los servicios anteriormente señalados. De tal forma que represente un real y efectivo ahorro en el presupuesto de gastos del Escuadrón. Para el logro de nuestro objetivo se tomarán las experiencias y éxitos alcanzados por la Domótica en el área de automatización. Esencialmente en lo referente a la metodología a seguir para el logro de una edificación domotizada.

Entendiendo por “domotizada”, aquella vivienda que tenga algún elemento susceptible de ser automatizado y controlado.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL ESCUADRÓN DE MANTENIMIENTO DE LA DEFENSA AÉREA PARA LA INSTALACIÓN DOMÓTICA

Aún cuando el proyecto propuesto no se desarrolla en el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA) realmente, debido a los altos costos que esto implica, la simulación se lo realizara en una maqueta que representa el Escuadrón que busca demostrar la posibilidad real de control y automatización propios de un sistema domótico.

Sin embargo, el proyecto domótico debe poseer características particulares que se adapten a la metodología y exigencias funcionales del sistema propuesto. En primer lugar, y como parte esencial del sistema domótico, el usuario o habitante del Escuadrón ha de aleccionarse con las características propias de las nuevas

tecnologías aplicadas a la Domótica. Esto para crear una mínima conciencia en cuanto al correcto desempeño del sistema domótico una vez que entre en funcionamiento.

En segundo lugar, los espacios internos del Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA) deben ser amplios y con posibilidad de añadir cualquier mecanismo o nueva instalación eléctrica que se necesite. Actualmente existen pocos bloques que se construyen con aditamentos destinados para aplicaciones domóticas. Pero como menciona el universo en su página web”... *no hemos llegado a la era de los supersónicos, pero parece que todo apunta hacia allá. El tiempo que se llevará lo marcan los avances tecnológicos. Pero vamos bien encaminados, ya que en el área de construcción e inmuebles un concepto se está arraigando: el de la Domótica, que es la aplicación a la vida de la tecnología y el automatismo.*” Diario el Universo (2010). Este inconveniente hace que la incorporación de cualquier sistema domótico pueda impactar de algún modo la planta física de una edificación. Para evitar impactos mayores la selección idónea de la edificación (en cuanto a su capacidad para absorber un sistema domótico) es de crucial importancia para el éxito que se espera obtener de un sistema domótico.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema gira en torno al gasto de energía y al aumento del presupuesto destinado al pago de los servicios básicos de electricidad, agua y teléfono en todo el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea de la ciudad de Latacunga. Se puede decir que en la medida en que se racionalice el gasto en estos servicios (controlando su tiempo de uso) el consumo de energía disminuirá. La racionalización del gasto en la vivienda es tarea del sistema domótico de control y monitoreo instalado.

La factibilidad de la solución está basada en lo siguiente:

1. Factibilidad Teórica

Aquí la Domótica proporciona todas las herramientas metodológicas y experiencias relacionadas con la aplicación de la tecnología. Todo el marco teórico de la *Domótica*, aún no formalizado ni estandarizado, señala un camino a seguir para la correcta implantación mediante pasos y estrategias de un sistema domótico basado en las pautas de diseño que lo identifican como tal. Todo el basamento teórico que existe sobre la Domótica actualmente ha sido construido por innumerables empresas que en el ámbito internacional hacen de la Domótica su principal oferta como alternativa de automatización y confort aplicado en una edificación. (*Digitel, Domotica Viva, S&Sistemas Automatizados S.L. etc.*).

La Domótica abarca muchos aspectos de automatización de una edificación; seguridad, gestión energética, automatización de las tareas domesticas, formación, cultura, entretenimiento, monitorización de salud, comunicación con servidores externos, operación y mantenimiento de instalaciones.

2. Factibilidad Técnica

El detalle técnico involucra todos los elementos de *hardware* y *software* que se necesitan para lograr controlar, ajustar o modificar las variables identificadas en el problema planteado (electricidad, agua y teléfono).

A continuación se describen los elementos de *hardware* y *software* disponibles y que son necesarios para la solución considerada:

2.1. Hardware

Dentro de esta categoría se tiene en orden de importancia:

- a) Computadora: La cual actuará como centro de control de la información.

- b) Sensores: Los cuales permiten detectar los cambios en las variables controladas. Para el proyecto se usan dos tipos: por activación de interruptor, y por flujo de agua.
- c) Actuadores: Son elementos encargados de actuar sobre las variables controladas.
- d) Interfaz Electrónica: Permite la comunicación con el ambiente a controlar.
- e) Medio físico de comunicación: Es la vía que utiliza el sistema domótico para monitorear y actuar sobre las variables a controlar.

Algunos de los elementos anteriores pueden ser adquiridos en el mercado local, otros son construidos y diseñados (por los postulantes) para el proyecto domótico.

2.2. Software

El software aplicado al sistema domótico está presente en dos formas:

- a) El programa encargado de monitorear y actuar sobre las variables relacionadas con la gestión energética y la reducción de gastos, a saber; electricidad, agua y teléfono.
- b) Y el programa LabVIEW que gestiona las entradas y salidas de los datos en la tarjeta NI USB-6008 interfaz electrónica.

3. Factibilidad Económica

Éste aspecto es de vital importancia al momento de decidir la instalación del sistema domótico propuesto. El bajo costo de los elementos y técnicas usadas para éste proyecto está sustentado en lo siguiente:

- a) Control centralizado: Esto permite que sólo se utilice un punto de mando para todo el sistema (computadora). Lo que evita la instalación de dispositivos distribuidos que acepten órdenes (con microcontrolador incorporado).

b) Sensores y actuadores de fácil adquisición en el mercado local: El instalador del sistema no debe preocuparse por los diferentes elementos que componen el sistema domótico pues los mismos pueden ser fabricados por tiendas especializadas en diseño electrónico. Su bajo costo está garantizado debido a que los elementos para su diseño (relés, sensores, etc.) son fáciles de adquirir en el mercado local.

c) Software de gestión de diseño local: Las facilidades de programación del lenguaje LabVIEW en el aspecto relacionado con comunicaciones vía puerto Serie-USB permite la implementación de aplicaciones de control específicas para el sistema propuesto.

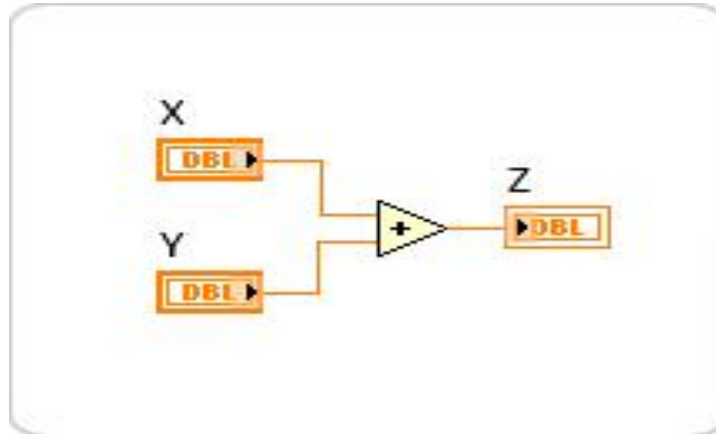
LABVIEW

Ventajas:

- Programación más rápida.
- Visualización de datos e interface de usuario.
- Programación multinúcleo.
- Integración con Hardware.
- Múltiples objetivos y SOs
- Almacenamiento de datos y reportes.
- Varios enfoques de programación.
- Soporte y servicios

Programación Más Rápida

FIGURA 1.2. PROGRAMACIÓN GRÁFICA



FUENTE: LabVIEW
REALIZADO POR: POSTULANTES

Programación Gráfica

Programa con bloques de función gráficos y de clic-y-arrastre en lugar de escribir líneas de texto.

Representación de Flujo de Datos

Desarrolle, mantenga y comprenda el código fácilmente con una representación intuitiva en diagramas de flujo.

FIGURA 1.3. INTEGRACIÓN DE HARDWARE



FUENTE: LabVIEW
RECOPIADO POR: POSTULANTES

Integración de Hardware con LabVIEW

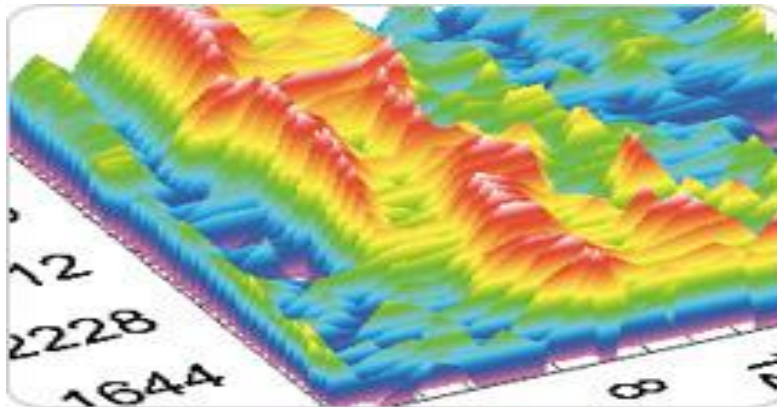
E/S y Comunicación

Conecte a cualquier instrumento o sensor con bibliotecas integradas y miles de controladores de instrumentos.

Hardware Plug-and-Play

Integre perfectamente dispositivos plug-and-play para USB, PCI, PXI, Wi-Fi, Ethernet, GPIB y más.

FIGURA 1.4 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO



FUENTE: LabVIEW
RECOPIADO POR: POSTULANTES

Análisis y Procesamiento de Señales Avanzados e Integrados

Análisis Integrado

Obtenga acceso a miles de funciones específicas para ingeniería como análisis de frecuencia, ajuste de curvas y más.

Procesamiento de Señales en Línea

Interactúe con las medidas y realice análisis en línea en tiempo real en señales adquiridas.

FIGURA 1.5. VISUALIZACIÓN DE DATOS



FUENTE: LabVIEW

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Visualización de Datos e Interfaces de usuario.

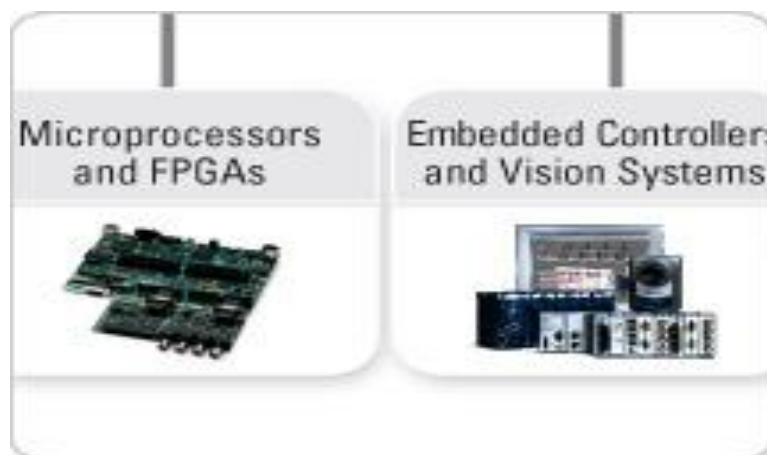
Controles integrados.

Interactúe con datos usando cientos de controles de clic-y-arrastre, gráficas y herramientas de visualización en 3D.

Controles Personalizados

Personalice fácilmente la posición, el tamaño y el color de los controles integrados o cree sus controles en segundos.

FIGURA 1.6. MÚLTIPLES OBJETIVOS



FUENTE: LabVIEW

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Múltiples Objetivos y SOs

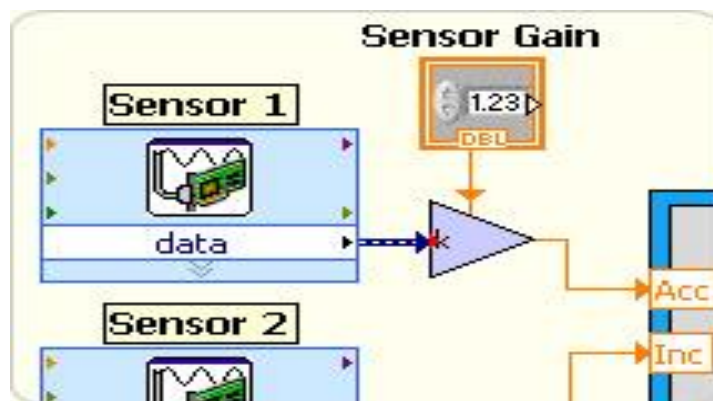
PC y SOs en Tiempo Real

Desarrolle y reutilice código con Windows, Mac, Linux y SOs en tiempo real como VxWorks

FPGAs y Microprocesadores

Conecte varias arquitecturas embebidas, incluyendo microcontroladores ARM y FPGAs, con el mismo enfoque gráfico.

FIGURA 1.7. VARIOS ENFOQUES DE PROGRAMACIÓN.



FUENTE: LabVIEW

REALIZADO POR: POSTULANTES

Varios Enfoques de programación.

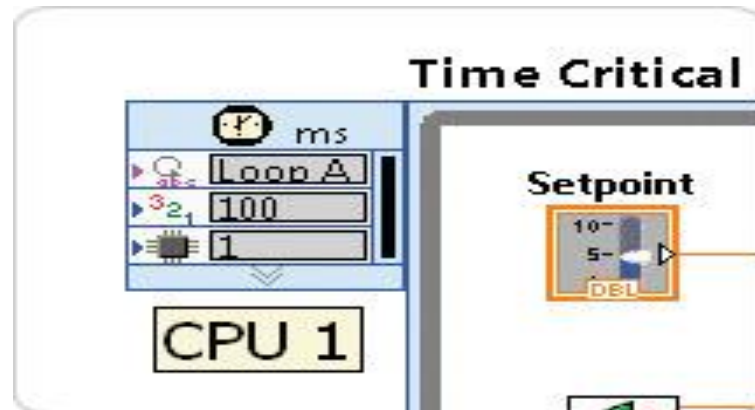
Reutilización de Códigos

Integre código basado en texto y incorpore fácilmente archivos m originales y de otras empresas.

Varios Patrones de Diseño

Incorpore modelos adicionales de cómputo como diagramas de simulación dinámica y gráficos de estado.

FIGURA 1.8. PROGRAMACIÓN MULTINÚCLEO.



FUENTE: LabVIEW

REALIZADO POR: POSTULANTES

Programación Multinúcleo

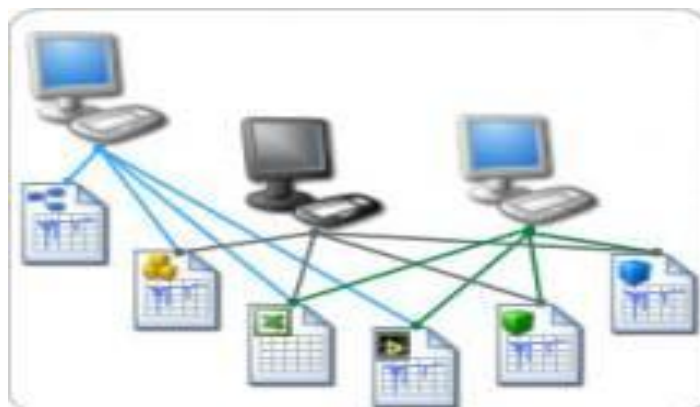
Multithreading Automática

Puede trabajar más rápido con grandes juegos de datos y algoritmos complejos porque LabVIEW se ejecuta en múltiples hilos

Identificación de Ejecución

Optimice el código fácilmente para ejecución paralela usando herramientas integradas para depuración y visualización

FIGURA 1.9. ALMACENAMIENTO DE DATOS Y REPORTE.



FUENTE: LabVIEW

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Almacenamiento de Datos y Reporte

E/S a Archivo Diseñada para Crear Datos

Concéntrese en sus datos y no en convertir formatos con soporte integrado para una amplia variedad de archivos

Herramientas Flexibles para Reportes

Comparta sus resultados al generar reportes desde sus datos adquiridos.

FIGURA 1.10. SERVICIOS DE SOFTWARE.



FUENTE: LabVIEW

RECOPIADO POR: POSTULANTES

Servicios de Software, Capacitación y Soporte

Mantenimiento de Software y Soporte

Reciba actualizaciones de software, obtenga acceso a soporte de calidad mundial y vea recursos para capacitación en vivo.

Capacitación y Certificación

Mejore y certifique sus habilidades en LabVIEW con un extenso programa de capacitación y certificación.

Compartir Archivos y Colaborar con Usuarios de LabVIEW en Todo el Mundo

Foros y Compartir Archivos

Colabore con más de 110,000 usuarios activos de LabVIEW en línea para obtener el contenido técnico que necesita

Red de Soporte

Participe en una comunidad mundial con grupos de usuarios, socios de productos e integradores de LabVIEW

FIGURA 1.11. COMPARTIR ARCHIVOS Y CONEXIÓN



FUENTE: LabVIEW

RECOPIADO POR: POSTULANTE

Desventajas:

➤ Estar siempre pendiente con las actualizaciones que se van dando con este tipo de programa.

La elección de LabVIEW como lenguaje de programación para el sistema domótico se basa en lo siguiente:

1. Rapidez en la elaboración de aplicaciones: Con LabVIEW es posible construir aplicaciones sin escribir códigos (características de lenguaje de 4ta generación) por lo que el tiempo de programación se reduce drásticamente.
2. La ayuda disponible (en español) es completa y comprensible. Basta seleccionar una palabra para obtener los elementos vinculantes de esa palabra.
3. Para el proyecto domótico el acceso a una base de datos es continuo, y es allí precisamente donde LabVIEW, mediante el control de acceso de datos, nos ayuda muy eficientemente.
4. En otros lenguajes de programación el poder establecer comunicaciones fuera del computador (usando los puertos disponibles) es laborioso y medianamente complejo, al utilizar para ello mucho código de programación. Pero en LabVIEW la dificultad es mínima pues en el entorno de LabVIEW existe un control (objeto) llamado MsComm que se encarga de las comunicaciones.
5. La depuración del programa LabVIEW es rápida y eficiente gracias a la información desplegable que se genera cada vez que se presenta un error. También es posible controlar muy eficientemente los errores generados por código.
6. La posibilidad de utilizar otras aplicaciones en el entorno de LabVIEW lo hace muy versátil a la hora de programar aplicaciones muy particulares. Por ejemplo el programa para reportes Crystal Report que es una marca registrada del software y el cual se integra de manera natural al entorno de LabVIEW.

Lo que ahorra la compra de costosos paquetes informáticos de gestión domótica que sólo funcionan con ciertos dispositivos de entrada y salida.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Para el proyecto se toma y desarrolla el aspecto relacionado con la gestión energética y el ahorro en gastos de los servicios básicos en el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA). Esto es, la posibilidad de automatizar y controlar aquellas variables relacionadas con el gasto energético (servicios básicos de luz, agua y el servicio telefónico).

El sistema domótico puede monitorear y controlar específicamente los elementos que a continuación se detallan para cada servicio básico dado:

- a) Servicio Eléctrico: Luces o lámparas de iluminación.
- b) Servicio de Agua: Llaves de agua.
- c) Servicio Telefónico: Teléfono fijo residencial.

Cualquier otro elemento distinto a los mencionados no puede ser controlado ni monitoreado por el sistema domótico. Esto debido a que cada actuador y sensor (excepto el sensor de flujo para las llaves de agua), se diseñan exclusivamente para los elementos señalados.

De igual manera, los programas elaborados tanto para la tarjeta de interfaz como para la computadora, que sirve como central de gestión, se diseñan en función de los elementos utilizados. Cualquier cambio de los programas, obligará a la revisión y adaptación de los sensores y actuadores. Pudiendo inclusive, si el caso lo exige, al diseño y elaboración de nuevos elementos.

El sistema de control y monitoreo domótico es concebido con la idea de reducir los costos en servicios básicos y por ende ahorrar energía en el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA). Pero puede ser utilizado en otros espacios (distintos al EMDA) donde los requerimientos de ahorro energético y reducción de gastos en servicios básicos sean un requisito a cumplir.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Desarrollar un Sistema Integral de Control Automatizado para la Administración y Monitoreo del Sistema Eléctrico, Teléfono y Agua para el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Establecer el referente teórico científico que permita realizar un Sistema Integral de Control Automatizado para la Administración y Monitoreo del Sistema Eléctrico, Teléfono y Agua para el EMDA.
- Diseñar la interface visual mediante software con indicadores gráficos y sonoros que permitan un inmediato conocimiento de las condiciones reales del sistema en general.
- Aplicar el software a desarrollarse para la correcta administración de todos los servicios básicos del Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea.

1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En los últimos años, el consumo energético en el Ecuador y en el mundo es cada vez mayor debido a la alta demanda, lo cual ha tenido que pagar grandes cantidades de dinero y al mismo tiempo perjudica económicamente a la institución cuya justificación, en algunos casos, está representada por un crecimiento económico de los países y de las regiones. Pero que en la mayoría de las veces se debe a un despilfarro indiscriminado de los ciudadanos que sin una verdadera conciencia de la importancia de los recursos no renovables, son vistos como inagotables a largo plazo.

Pero la verdad es que el hombre en su afán de progreso olvida el poder que tiene para enfrentar obstáculos y vencerlos con absoluta eficacia, o al menos para controlarlos. Y es precisamente la palabra “control” que se debe tomar en cuenta para detener el gasto indebido de la energía. Pero el control, por sí solo, no sería muy efectivo, hace falta algo más que independice el cuidado que el hombre pueda tener del gasto energético. Por ello la automatización completa el “mecanismo” necesario y adecuado para detener el excesivo consumo energético.

El control y la automatización permiten dar una alternativa viable en el ámbito técnico y económico, se propone una solución que busca mediante el control y automatización el ahorro de energía en el EMDA. La intención, es reducir el gasto mensual en los servicios básicos y por ende el gasto energético. Lo cual beneficia al Escuadrón y a toda la sociedad en general.

1.7 MARCO HISTÓRICO

Etimológicamente, la palabra Domótica fue acuñada en Francia, país pionero en el tema. El término procede de la conjunción de domus (casa en latín, de esta raíz latina también se obtiene domestico, domesticado, domicilio etc.) y robótica.

Para establecer un punto de partida en la evolución de los sistemas de automatización aplicados a los edificios y las viviendas hay que remontarse prácticamente a la antigüedad y recoger aquellos artificios y sistemas que se utilizaron en las viviendas con el fin de proteger a sus moradores tanto de los cambios climáticos como de los posibles intrusos. A lo largo de la historia han sido numerosos los avances técnicos en este campo, pero mención especial merece un acontecimiento fundamental; el descubrimiento y la producción de la electricidad.

El progreso industrial de mediados del siglo XXI fue el inicio del cultivo para desarrollar e implantar sistemas automáticos de control en los edificios y en las viviendas logrando instalaciones como las de calefacción, el aire acondicionado, la telefonía, etc. Todos estos automatismos diseñados para plantas industriales pudieron ser aplicados en viviendas y edificios, iniciándose una etapa en la que se fueron automatizando de manera autónoma distintos servicios y sistemas en los edificios. El progreso paralelo de tres grandes áreas de la tecnología (telecomunicaciones, electrónica e Informática) hizo posible en los años setenta el desarrollo de lo que actualmente se conoce como Domótica.

Así, la Domótica es el resultado de la introducción de la tecnología en la edificación, entendida esta no como la mera inclusión de aparatos aislados sino englobando al conjunto de la vivienda. En los edificios inteligentes o automatizados se trata de automatizar la actividad y el entorno de trabajo para que este sea más agradable y seguro con la Domótica. La tecnología se adueña de funciones no previstas hasta ahora o realizadas de una forma manual.

Una edificación automatizada está gestionada por automatismos. Un automatismo es un pequeño dispositivo electrónico que realiza una función marcha / paro de una instalación dependiendo de las necesidades de usuario, previamente fijados. En realidad se trata de un interruptor, conmutador o potenciómetro con la salvedad de que puede recibir la señal de acondicionamiento de un aparato exterior.

Existen muchas definiciones elaboradas por los diversos expertos en el tema. Como ocurre en la práctica, en la Domótica no existe una única definición y prácticamente cada autor aporta la suya. Se destaca, a continuación, algunas de las que más expresivas: *“... es el conjunto de sistemas automatizados de una vivienda que aportan servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación. Se centra en los servicios de bienestar, seguridad y comunicaciones que pueden facilitarse en la vivienda a sus habitantes.”*

Inteldomotica.org.2009

“Por Domótica entendemos 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 eléctricas que conforman una edificación (la calefacción, la lavadora, la iluminación...)” Domodesk SL (1998).

Es evidente que se está ante las puertas de un avance tecnológico de gran magnitud en el que se suman una serie de técnicas entre las que se puede citar la construcción, sistemas de regulación, informática, transmisión de datos, electrónica y electricidad, y sobre todo comunicaciones a través de las redes Internet, de tal manera que en un futuro próximo existirá una gran demanda, la instalación de mecanismos que hagan nuestra vida más fácil y cómoda en aspectos como son el control de la seguridad, el confort, las comunicaciones y el consumo energético.

La Domótica en el futuro cercano, será parte integrante de cada edificación de igual manera que hoy lo es por ejemplo la instalación eléctrica. Sus operadores serán tan comunes como los interruptores de luz, los termostatos o los enchufes de toma de corriente pero, a diferencia de los actuales, estos tendrán cierta capacidad para reaccionar por sí solos ante estímulos tanto ambientales como humanos. Esta capacidad de reacción les permitirá comunicar otros operadores a los que estarán interconectados haciendo que reaccionen ante tales estímulos.

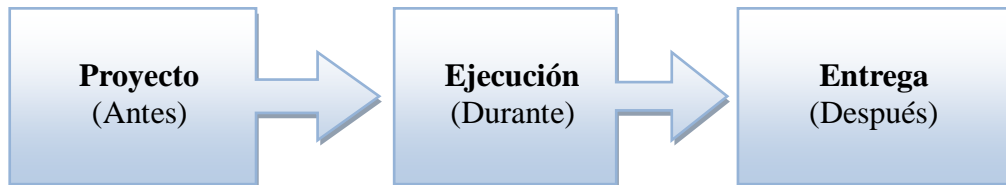
1.8 METODOLOGÍA APLICADA AL SISTEMA DOMÓTICO

Esta metodología es una síntesis de muchas experiencias realizadas por diversas empresas privadas e instituciones públicas en el área de la Domótica. Cada paso de ésta metodología, realizada correctamente, nos conduce a la realización efectiva de un sistema domótico donde la automatización y el control sean

evidentes y donde los detalles de instalación, servicio y mantenimiento formen parte integral del mismo.

En líneas generales ésta metodología involucra tres etapas para la correcta implementación de un Sistema Domótico:

FIGURA 1. 12. PROCESO DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA.



REALIZADO POR: POSTULANTES

Los pasos necesarios para lograr con éxito cada etapa que a continuación mencionamos:

1.8.1 Etapa Del Proyecto

- a) Análisis de los requisitos previos (usuario).
- b) Selección del sistema domótico idóneo a estos requisitos.
- c) Elaboración del proyecto, donde se expone toda la documentación asociada necesaria para una exacta comprensión para que cualquier instalador, al menos pueda participar en la etapa de ejecución.

1.8.1.1 Subetapa De Los Requisitos Previos

Es una de las subetapas más relevantes y que, de entrada, parece obvia y sencilla, pero no lo es. La experiencia del mercado demuestra que:

1. Es preciso realizar un análisis detallado de las necesidades y deseos de los usuarios, que se conviertan en “requisitos de usuario”. Se trata de una tarea muchas veces difícil, al desconocer el usuario de antemano las posibilidades de la *Domótica*. Cerrar unos requisitos de usuario (aceptación del cliente) es clave para evitar problemas en las etapas de desarrollo y entrega de la obra.
2. En este análisis hay que realizar, en numerosas ocasiones, un asesoramiento al usuario sobre la realidad de la *Domótica*, sus posibilidades efectivas de control y explicación de lo que realmente se precisa.

1.8.1.2 Subetapa De Selección Del Sistema Domótico

Conocidos y cerrados los requisitos de usuario es el momento de elegir la mejor solución que permita dar respuesta a dichos requisitos. Para ello, es básico:

1. Disponer de un conocimiento exhaustivo de toda la oferta disponible en el mercado, atendiendo, entre otros aspectos, los siguientes:
 - a) Prestaciones funcionales básicas opcionales.
 - b) Prestaciones técnicas.
 - c) Cumplimiento de normativa en vigor.
 - d) Implicaciones tecnológicas para el equipamiento.
 - e) Posibilidad de ampliaciones futuras. Y grado de compatibilidad con otras soluciones.
2. Selección de la mejor alternativa, adecuando el sistema a los requisitos de usuario y de la instalación, optimizando los puntos anteriores.
3. Minimizar las implicaciones del sistema domótico sobre los equipos tradicionales.

1.8.1.3 Subetapa De Elaboración Del Proyecto

Completadas las dos subetapas anteriores, es el momento de llevar a cabo la elaboración del proyecto. Deberá realizarse una descripción clara y concisa de la instalación domótica, una explicación de funcionamiento, los esquemas, los planos de conexiones, la relación con instalaciones tradicionales, etc.

Todos los elementos que afectan a esta instalación deben de estar perfectamente especificados. El proyecto de instalación debe ser realizado junto con el proyecto de ejecución de la obra y debe de estar integrado en éste. En caso contrario, pueden surgir interrupciones importantes en el proceso de construcción y domotización del Escuadrón.

La elaboración del proyecto consta de:

1. Introducción/objetivos: Descripción del contenido del proyecto y objetivos perseguidos.
2. Datos básicos del Escuadrón: Se tiene varios departamentos los mismos que cumplen diferentes funciones técnicas y administrativas las cuales ayudan a mantener la misión de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Para el cumplimiento de esta misión se tiene como finalidad, mejorar el uso del servicio eléctrico dentro del parámetro económico cabe indicar que actualmente el ESCUADRÓN DE MANTENIMIENTO DE LA DEFENSA AÉREA (EMDA), cuenta con un centro de transformación de 150 kVA., el mismo que satisface las necesidades de la potencia y energía el cual nos proporciona un equivalente al 20% del consumo total de la BASE AÉREA COTOPAXI de tal manera se adjunta, el Diagrama unifilar de media tensión y de las instalaciones eléctricas, registro de carga de dos días utilizando un analizador de carga estos datos los proporciono la Empresa Eléctrica Cotopaxi ELEPCO S.A., la Carga instalada que nos ayudaran a tener una idea más clara del consumo de energía que se tiene en el Escuadrón, lo cual se indica en el anexo 1.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR UTILIZADO POR EL ESCUADRÓN.

El centro de transformación instalado en la institución, está montado en un pórtico con postes de 11 metros y tiene las siguientes características técnicas:

- Potencia: 150 KVA
- Voltaje primario: 13.800 V
- Voltaje secundario: 120/208 V.
- Tipo: Trifásico, convencional, sumergido en aceite.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Tap's: -2.5%, 0, 2.5%, 5%, 7.5%

Además se incluye los siguientes accesorios: válvula de alivio, llave para drenaje, intercambiador de tap's, placa de identificación.

SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

A continuación se determinan los equipos que se encuentra instalado en el centro de transformación.

PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

EQUIPOS DE MEDIA TENSION

- La protección del transformador tiene instalado un juego de seccionadores portafusibles para 15 KV. - 100 A., con tirafusible tipo K de 5 A.
- Contra fallas de origen atmosférico tiene un juego de descargadores de sobrecorriente (pararrayos) de 10 kV., que se encuentran conectados efectivamente con el neutro de la red y la puesta a tierra.

EQUIPOS DE BAJA TENSION

- A la salida del transformador, en el lado de baja tensión, se tiene tres bases portafusibles para 250 V., con cartuchos fusibles tipo NH de 160 A.

3. Requisitos de instalación (equipamiento): Descripción del equipamiento disponible en la edificación, susceptible de ser automatizado (por ejemplo, caldera, acumulador, termo, etc.).
4. Aplicaciones (funciones): Descripción de las funciones soportadas por el sistema domótico.
5. Descripción detallada del sistema domótico y de los elementos que interviene (sensores, actuadores, módulos, interfaces, elementos de actuación, etc.).
6. Requisitos especiales de instalación: Descripción de las implicaciones del sistema domótico en las instalaciones tradicionales de la edificación o la necesidad de nuevas instalaciones. Son ejemplos:
 - a) Espacio adicional en el cuadro eléctrico.
 - b) Canalizaciones adicionales para el paso de las señales de control.
 - c) Recomendaciones de instalación o consideraciones a cumplir (por ejemplo, separación de señales de control y tensión 220 V AC, precauciones en la conexión de sensores, etc.).
 - d) Precauciones de aislamiento de equipos susceptibles de generar interferencias (por ejemplo, microondas, etc.) Otras a definir, según tipología del producto y especificaciones técnicas.
7. Especificaciones para la Instalación: Relación de especificaciones para la interconexión de todos los elementos que componen la instalación domótica, así como las necesidades de configuración (previas a la programación). Son ejemplos de especificaciones:
 - a) Tabla de asignación de canales de entradas (salidas) del sistema domótico a los sensores (actuadores).
 - b) Conexión básica de los sensores y actuadores. Esquema unifilar de conexión (diagrama de bloque con entradas y salidas).
 - c) Tabla de configuración de canales (asignación entre ellos).
 - d) Codificación de cables (numeración, colores, etc.).

8. Puesta en marcha: Acciones a realizar para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación. Incluye la verificación física del conexionado, la realización de pruebas de funcionamiento y mediciones necesarias para comprobar el resultado de estas pruebas.
9. Mantenimiento: Descripción de las necesidades de mantenimiento de la instalación domótica. Debería incluir:
 - a) Elementos a mantener y forma de realizarlo.
 - b) Vida útil de los elementos y recomendaciones de sustitución.

1.8.2 Etapa De Ejecución

Tras la fase del proyecto, y disponiendo de una descripción detallada de toda la instalación domótica y sus implicaciones en el resto de instalaciones, es el momento de llevarlo a acabo. Para ello es preciso considerar tres subetapas concretas:

- a) La elección del instalador que ejecutara el proyecto.
- b) La preinstalación e instalación del sistema.
- c) La puesta en marcha y verificación de su correcto funcionamiento.

1.8.2.1 Subetapa De Selección Del Instalador

Las acciones siguientes son necesarias para la selección de un instalador domótico:

1. Es imprescindible un conocimiento de la domótica como disciplina, que permita tener una visión de conjunto sobre las implicaciones de ésta sobre el resto de instalaciones.
2. Se sugiere disponer de experiencia previa en el sistema domótico elegido.

3. En caso contrario, será preciso un cierto grado de formación, pudiendo ser a nivel básico y completa (sí existe un desconocimiento de la materia) o particular del sistema (al disponer ya de experiencia previa). El desconocimiento técnico de la forma de llevar a cabo la instalación (colocación y conexión) de algunos elementos del sistema domótico sigue siendo uno de los principales problemas técnicos en los que se enfrentan algunos instaladores sin experiencia previa. Cableado, configuración y programación del sistema son algunos de los problemas tradicionales.

1.8.2.2 Subetapa De Análisis De Preinstalación

En general, esta subetapa puede suponer:

La previsión de todas las canalizaciones asociadas al sistema domótico, que incluye:

- a) Tubos corrugados necesarios para el paso de cables.
- b) Codificación de los tubos n caso necesario.
- c) Numero de cajas de empalmes.
- d) Dimensionado del cuadro eléctrico.
- e) Requisitos para una futura ampliabilidad del sistema (canalizaciones adicionales, cajas de empalmes vacías, etc.).

1. Análisis de la mejor ubicación de sensores y actuadores en la edificación, para los cuales es preciso un conocimiento técnico exhaustivo de las prestaciones de los sensores elegidos por el sistema domótico. Prestar especial atención a dichas prestaciones es fundamental para asegurar que el sistema domótico pueda funcionar de una forma adecuada.
2. Consideración de todas las recomendaciones de instalación expuestas por el fabricante o distribuidor del sistema domótico, y que deben ser conocidas previas a su instalación física. Son ejemplos:

- a) Posible doble canalización.
- b) Separación entre canalizaciones, especialmente con las de distribución de energía eléctrica.
- c) Tipo de cableado y su codificación.
- d) En el caso de colocar cables blindados, determinar las necesidades de una correcta conexión a tierra.
- e) Preinstalación futura para ampliaciones o nuevas prestaciones funcionales del sistema.

1.8.2.3 *Subetapa De Instalación Del Sistema*

Pasos a realizar:

- a) Realización de sistemas de cableado alternativos.
- b) Colocación de tubos corrugados y codificación en caso necesario.
- c) Colocación del cableado necesario y su codificación.
- d) Instalación de todos los dispositivos (sensores, actuadores, elementos auxiliares de actuación, etc.), atendiendo a sus prestaciones técnicas.
- e) Instalación de elementos propios de redes domesticas (por ejemplo, dispositivos de red, etc.).
- f) Conexión de todo el sistema domótico.
- g) Conectar con la instalación tradicional (electroválvulas, etc.).
- h) Configuración y /o programador.

1.8.2.4 *Subetapa De Puesta En Marcha*

- a) Verificación de la instalación
- b) La realización de todas las pruebas de funcionamiento necesarias para asegurar el correcto uso de la totalidad del sistema.

1.8.3 Etapa De Entrega

- a) Entrega de la instalación al cliente.
- b) El mantenimiento de la instalación.

1.8.3.1 Subetapa De Entrega De La Instalación Al Cliente

Los aspectos a considerar son los siguientes:

1. Realizar la puesta en marcha definitiva del sistema domótico una vez el usuario disponga de los suministros básicos contratados (electricidad, agua y telefonía). Cabe recordar que en la subetapa ya descrita de “puesta en marcha”, esta se realiza habitualmente con los suministros propios de la obra.
2. Proporcionar toda la documentación necesaria (técnica y funcional), asegurando el cumplimiento de las normativas que hubiese en función de la comunidad autónoma donde se localice la vivienda.
3. Incluir en esa información las garantías de los productos instalados (y sus condiciones) y un contacto para cualquier eventualidad futura, dentro o fuera del plazo de la garantía.
4. Formar al usuario en el manejo de las aplicaciones.
5. Proporcionarle la posibilidad de contratar un servicio de mantenimiento y, lo que es más importante, concretar las obligaciones y deberes de ambos con la finalidad de evitar problemáticas futuras en caso de averías o mal funcionamiento del sistema.
6. Dotarle de información diversa, de interés para el cliente y el propio instalador (por ejemplo, equipamiento adicional de la edificación, instalaciones de otra naturaleza, etc.).

Se recomienda entregar al usuario las siguientes documentaciones:

- a) Una guía rápida de uso del sistema domótico.
- b) Un manual completo de instrucciones de su sistema domótico.
- c) Una guía básica para el mantenimiento domótico.

Además es preciso entregar:

- a) Un plano de las instalaciones domóticas.
- b) La información detallada sobre el servicio técnico que pueda llevar a cabo reparaciones o alteraciones del sistema instalado.
- c) La garantía de todo el material instalado (derechos, deberes, cobertura, duración, etc.).

1.8.3.2 *Subetapa De Mantenimiento*

El análisis del mantenimiento debe realizarse de forma adecuada para asegurar que ofrece un servicio al cliente que será viable por ambas partes, es decir, por él y por el mantenedor del sistema (que, previsiblemente, será el propio instalador del sistema). Las posibilidades son diversas y la lección dependerá de la tipología de sistema domótico instalado y de sus prestaciones de control remoto. En general, es posible destacar los siguientes aspectos de todo servicio de mantenimiento:

1. Definir el tipo de mantenimiento.
 - a) **Correctivo**: solo se acude a la edificación para solucionar el problema.
 - b) **Preventivo** que, aparte de incluir el anterior, supone la visita periódica para verificar el funcionamiento del sistema y sustituir los elementos que se estimen convenientes.
 - c) **Predictivo**, donde el propio sistema domótico es capaz de detectar o realizar una previsión de anomalías e informar, bajo algún medio de transmisión a un centro servidor de tal evento.
2. Limitar el número de elementos a mantener y forma de realizarlo.
3. Conocer la vida útil de los elementos y las recomendaciones de sustitución (especialmente en elementos de seguridad, evitando falsas alarmas o ausencia de alarmas).

Además el instalador debe prestar otros servicios al usuario dentro de la vida útil del sistema:

- a) Reprogramación del sistema, atendiendo a nuevas necesidades.
- b) Reubicación de elementos o inclusión de nuevas prestaciones.
- c) Instalación de equipamiento domestico adicional.

1.9 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL PROGRAMA DE GESTIÓN

La elaboración del programa para el control y monitoreo del sistema domótico seguirá los siguientes pasos:

- a) Requerimientos funcionales necesarios para el nuevo sistema.
- b) Definición de las entradas y salidas.
- c) Definición del modelo conceptual de datos.
- d) Diseño de los formularios y ventanas para las funciones definidas.
- e) Diseño de los controles de seguridad y resguardo de la información.
- f) Ajustes finales de los errores detectados, cambios definitivos.
- g) Implantación del sistema.
- h) Pruebas de funcionamiento de todo el programa.
- i) Elaboración de toda la documentación necesaria para el programa; manual de usuario, manual de sistema y manual de programación.

La elaboración del programa, una vez seleccionado por su capacidad de memoria y el número de E/S, seguirá los siguientes pasos:

- a) Determinar el número de salidas y entradas que manejará NI- 6008.
- b) Definir qué tipo de señales que manejarán los puertos NI- 6008; analógicas o digitales.
- c) Editar el programa principal en un programa de edición de texto.

- d) Compilar el programa para detectar posibles errores.
- e) Corregir los errores detectados en la compilación.
- f) Elaborar pruebas de funcionamiento del programa LabVIEW realizando conexiones en un protoboard (tabla de conexiones).
- g) Una vez verificado conectar los dispositivos de salida necesarios para la activación de los diferentes módulos de control.

1.10 PASOS PARA EL DISEÑO AUTOMATIZADO

Para los módulos de control se seguirán los siguientes pasos:

1. Realizar el esquema del circuito en papel con todas sus entradas y salidas identificadas. Sus elementos, valores nominales y dimensiones.
2. Montar el circuito en un protoboard, tal como señala el esquema dibujado.
3. Energizar con todos los voltajes requeridos y probar el circuito tanto para entradas simuladas como para las salidas obtenidas con dichas entradas.
4. Realizar las correcciones necesarias en caso de que las salidas no se ajusten a lo establecido en el diseño.
5. Realizar la edición del circuito con todos sus elementos utilizando para ello un programa de edición de circuitos electrónicos.
6. Imprimir los diagramas de conexiones de cada uno de los elementos del circuito.
7. Dibujar el diagrama anterior en una placa de baquelita de una sola cara metalizada. Se debe usar tinta antiácida para el trazado de las conexiones.

8. Colocar la baquelita en una bandeja de percloruro de hierro (ácido que corroe el cobre de la baquelita), agitar y esperar que el ácido retire el cobre sobrante. Lavar con agua abundante y secar la baquelita una vez que el ácido cumpla su función.
9. Si es necesario colocar todos los puentes conductores antes que los componentes electrónicos.
10. Instalar cada uno de los componentes electrónicos sobre la tarjeta teniendo cuidado de no exceder el tiempo de calentamiento del caudín sobre componentes sensibles.
11. Probar la tarjeta una vez armada: Alimentándola con los voltajes necesarios y someténdola a pruebas de entrada y verificación de salidas.

Comentarios Adicionales Sobre La Metodología Utilizada

En la búsqueda de una metodología adecuada para el sistema domótico propuesto como trabajo de grado, se investigan las fuentes probables más obvias; librerías, bibliotecas, revistas, tesis de grado, etc. Pero se consigue con poco material escrito que hiciera referencia a la domótica (textos formales sobre el tema). A pesar de este inconveniente se insiste en buscar en todas las librerías de la ciudad (Quito) el término “Domótica” en sus listas de pedidos antiguos y futuros, no hallando el término por ningún lado. Finalmente se consulta la red Internet, donde se hallan referencias al termino Domótica en abundancia.

La mayor parte de las referencias encontradas en la Internet son de empresas comerciales que venden su propia tecnología para la automatización. Muchas de ellas comercializan paquetes completos de diseño de software para aplicaciones de automatización y control, brindando asesoría en cuanto al tipo de sistema

domótico más adecuado a las necesidades del cliente. Sin embargo cuando se trata de obtener una referencia sobre la metodología que se aplica para construir un sistema domótico, la misma es muy vaga o simplemente no existe. Y solo se limitan a explicar la forma de instalar correctamente los dispositivos, su configuración, precios y características opcionales. Para mayor comprensión, comodidad y ahorro de tiempo en las consultas de Internet, el esfuerzo se enfoca en páginas dedicadas a la domótica en idioma español.

Donde las empresas con mayor evolución y presencia en el ámbito domótico son las españolas (desde 1990). Y es precisamente en España a través de una página web (casadomo.com) donde se halla muchas experiencias de instaladores, empresas y diseñadores en el área domótica. Expone los pasos necesarios para que una edificación sea domotizada de acuerdo a experiencias exitosas y duraderas.

Esta metodología no pretende ser un dogma en el desarrollo de sistemas domóticos. Solo pretende ser una alternativa o guía al gran vacío existente al momento de considerar la instalación de un sistema domótico en los bloques. Por los momentos hasta que no se estandarice los dispositivos actuadores, interfaces electrónicas y medios de comunicación no habrá una metodología general para la Domótica. No obstante se toma esta metodología para el proyecto de grado debido a que está basada en muchas experiencias provenientes del ámbito domótico y al mismo tiempo está respaldada por instituciones y organizaciones de muy alto nivel en el área tecnológica y de la domótica.

Para el programa de gestión encargado del control y monitoreo de todo el sistema, se utilizarán las pautas relacionadas a la definición de las funciones del sistema, la definición de las entradas y salidas, el modelo de datos, funciones de control y el diseño de la interfaz electrónica. Implantado el sistema se procede a la realización de pruebas y mejoras, para finalmente elaborar toda la documentación técnica que garantice que el usuario pueda utilizar el sistema con todo su potencial y características de diseño.

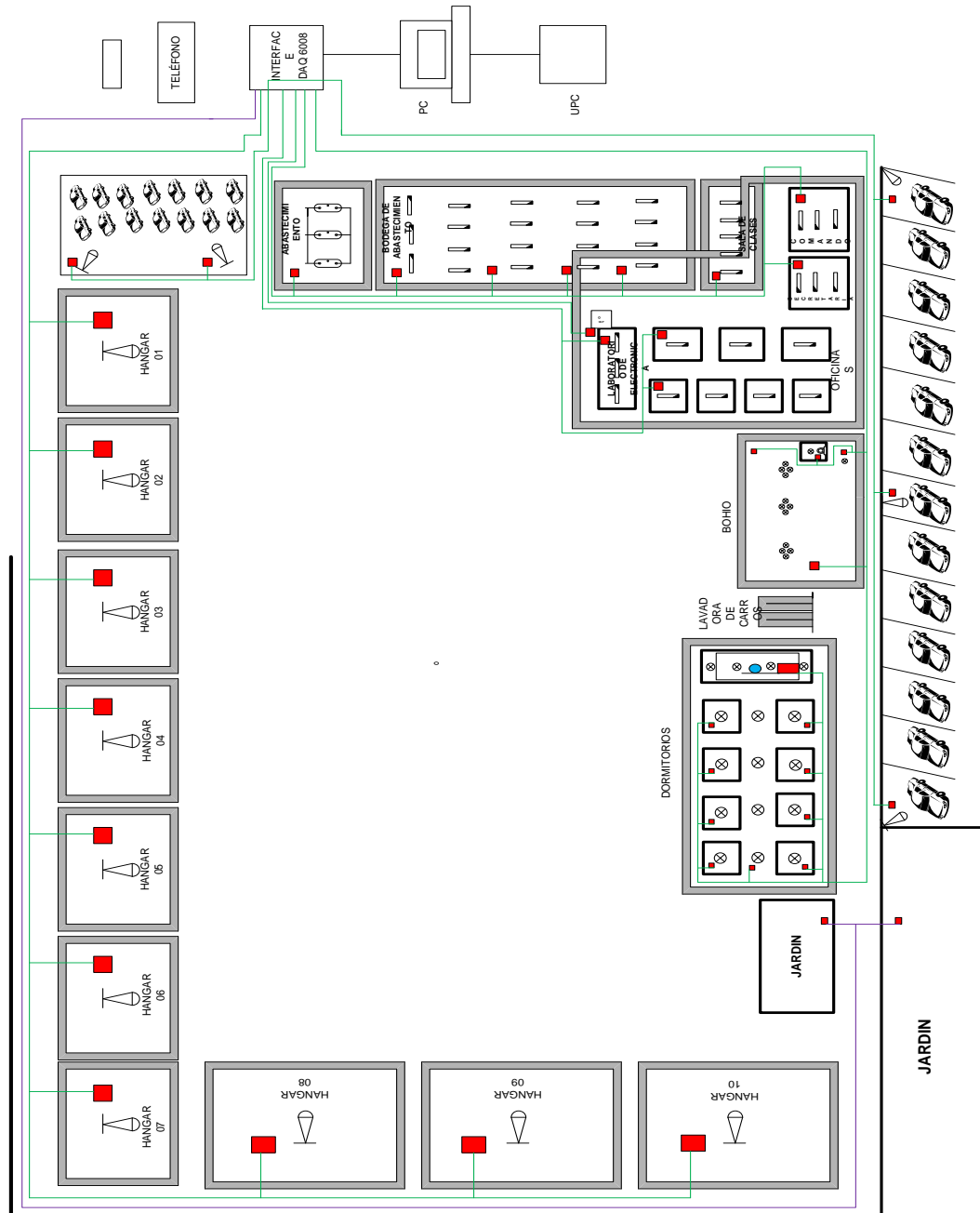
CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO

2. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

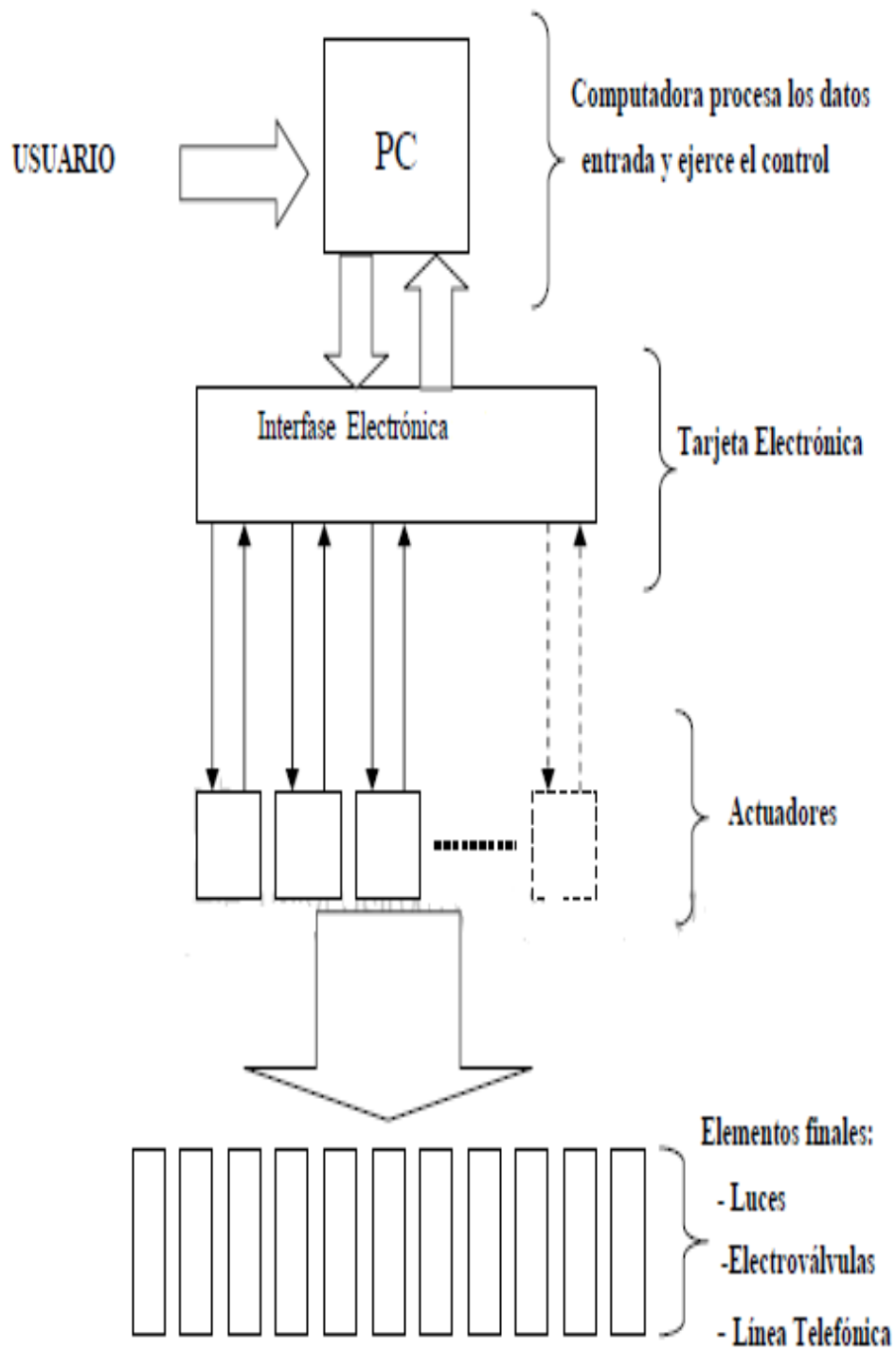
A continuación se muestra un esquema general de la solución propuesta en una edificación. En el esquema se puede ver los elementos principales y su interrelación con todo el sistema:

FIGURA 2.1 CONEXIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.2 ESQUEMA EN DETALLE DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL



FUENTE: WWW.DOMOINTEL.COM
RECOPIADO POR: POSTULANTES

2.1 ETAPA DEL PROYECTO

2.1.1 Análisis De Los Requisitos Previos (Requisitos De Usuario)

Los requisitos de usuario se enfocan desde el punto de vista de la gestión energética y el ahorro de gastos. Esto debido a que la *Domótica* abarca muchos otros aspectos (confort, entretenimiento, etc.), los cuales no forman parte del proyecto domótico propuesto.

El análisis se concreta en cinco aspectos relevantes que se han de considerar como requerimientos mínimos de usuario:

- a) La necesidad del sistema domótico en el Escuadrón.
- b) Selección de los puntos de control.
- c) Exigencia en cuanto al tipo de control del sistema.
- d) Tipo de usuario.
- e) Factor económico.

2.1.1.1 Necesidad Del Sistema Domótico

El usuario o los usuarios del sistema domótico deben conocer las potencialidades reales del sistema domótico a instalar. Su efectividad en la reducción del gasto, que debe reflejarse en los recibos mensuales de pago de cada servicio. Un análisis de los factores reales del excesivo consumo dentro del escuadrón puede despejar las dudas que puedan existir en cuanto a que servicios ocasionan el elevado gasto.

Para el servicio eléctrico se debe tomar en cuenta la cantidad de aparatos eléctricos que se utilizan diariamente, particularmente los que consumen mayor energía (>500w): microondas, planchas, cocinas eléctricas, lavadoras, calefactores, motores, etc. El número de bombillos y su potencia que están

presentes en los espacios del Escuadrón y que son utilizados con mayor frecuencia.

Si después de realizado el análisis anterior se determina que la frecuencia de uso de los aparatos eléctricos (los de mayor consumo eléctrico >500w) es mucho mayor que la frecuencia de encendido de las luces dentro y fuera del Escuadrón (luces exteriores) entonces se requiere de un sistema domótico adecuado para el control efectivo de cada elemento eléctrico como por ejemplo un control independiente para cada punto de conexión (distinto al planteado en este proyecto). Pero si el análisis determina que el factor de encendido de las luces junto a su número determina la mayor parte de gasto, entonces el sistema propuesto es el indicado como una alternativa de solución.

Para el **servicio de agua**, se debe tomar en cuenta si existe un incremento creciente en el gasto para este servicio que justifique la implementación del control domótico en el Escuadrón. El usuario puede para ello revisar los recibos de por lo menos los tres meses anteriores. Si el incremento que se pueda detectar tiene una incidencia apreciable en el presupuesto de gastos en servicios se debe tomar en cuenta éste servicio para el sistema domótico.

Para el **servicio telefónico** (uno de los mayores costos en servicios), se determina que el consumo mensual sobrepasa el promedio usual acostumbrado dentro del Escuadrón. Por tal razón a este servicio se debe instalar el sistema domótico.

2.1.1.2 Selección De Los Puntos De Control

El número de puntos de control seleccionados para cada servicio básico debe corresponder al número que proporcione un acertado control energético y a la reducción de gastos. Este número depende de la frecuencia de utilización de los servicios en los recintos o estancias del Escuadrón. Por lo que la opinión de los residentes en el Escuadrón es de crucial importancia para evitar la instalación de

puntos de control que no vayan a redundar en la reducción de los gastos y que representen una gran inversión. Por lo tanto donde se determine que el uso del servicio es más frecuente, se debe colocar un punto de control. Sin embargo si no hay problema en la inversión que se puede hacer para el sistema domótico se instala en cada recinto, un punto de control para cada servicio básico considerado.

Se debe tomar en cuenta el servicio crítico, es decir el servicio básico (electricidad, agua y teléfono), que bajo condiciones normales de uso tiene mayor incidencia en el presupuesto de gastos generales del Escuadrón. Una vez determinado los servicios es crítico la elección del número de puntos de control será mayor para éste servicio. Esto solo se aplica a los servicios de electricidad y agua pues el servicio telefónico solo tiene un solo punto de control (una línea).

Una manera de determinar cual servicio tiene mayor peso en el presupuesto de gastos es tomar los recibos de pagos de los mismos y verificar cuál de ellos tiene un peso mayor (en dólares americanos) que represente un incremento en los gastos mensuales destinados a los servicios.

2.1.1.3 Exigencia En Cuanto Al Tipo De Control Del Sistema

La selección del sistema domótico para la gestión energética está basado en los requisitos previos considerados (requisitos de usuario). Para cada elección escogida se indican las alternativas ofrecidas en el mercado domótico y los costos económicos involucrados. Este último aspecto se toma en cuenta para contrastar con el sistema domótico propuesto.

2.1.1.3.1 Prestaciones Funcionales Básicas y Opcionales

Tipo de arquitectura para el sistema domótico

La arquitectura independiente para un sistema domótico se aplica cuando los propios dispositivos incorporan los elementos de control y este control se realiza al margen del resto de los componentes.

La arquitectura centralizada nos permite usar una computadora como centro de control de todo el sistema. La misma recibe todos los datos provenientes de los sensores y envía las órdenes a los actuadores para el control de las variables supervisadas.

La arquitectura distribuida o en red permite que el elemento de control este próximo al elemento a controlar. Lo que implica que en cada punto de control exista un elemento de control (capaz de realizar su propio proceso) que responda a uno o varios computadores.

La arquitectura distribuida, muy versátil en el aspecto de adaptación a las características del Escuadrón, implica que en cada punto de control exista un control de proceso (elemento electrónico) que actúa como esclavo y que recibe/envía ordenes de uno o varios procesadores. Cada esclavo tiene una dirección que lo identifica de manera única en todo el sistema. Todo esto implica que si se establece cuarenta puntos de control serán necesarios cuarenta elementos de control que incluya sensores.

Por otra parte la arquitectura centralizada nos permite utilizar solo una tarjeta NI-6008 (en la interfaz electrónica) como elemento de control que recibe y emite ordenes para el control de las variables bajo supervisión lo que reduce enormemente el costo de la instalación *Domótica*.

Sin embargo la selección de la arquitectura centralizada para el proyecto domótico de gestión energética también obedece al hecho de que solo se hayan tomado algunas funciones específicas para el control de los servicios básicos, dejando de lado el control de las demás aplicaciones posibles de la *Domótica*.

2.1.1.3.2 Medio de Transmisión

En todo sistema domótico es necesario una vía que permita la recepción y el envío de datos para el control de las variables supervisadas. El soporte físico puede ser: par trenzado, línea de potencia o red eléctrica, radio, infrarrojos.

A continuación se enumeran los siguientes tipos de medios de transmisión:

1) Líneas de distribución de energía eléctrica (corrientes portadoras)

Si bien no es el medio más adecuado para la transmisión de datos, si es una alternativa a tener en cuenta para las comunicaciones domesticas dado el bajo costo que implica su uso, dado que se trata de una instalación existente por lo que es nulo el costo de la instalación, y además muy fácil la instalación.

Para aquellos casos en los que las necesidades del sistema no impongan requerimientos muy exigentes en cuanto a la velocidad de transmisión, la línea de distribución de energía eléctrica puede ser suficiente como soporte de dicha transmisión.

Relación a la solución propuesta:

La selección de los cables eléctricos como medio de transmisión exige el uso de los dispositivos de interface que utilizan el protocolo X10. El cual utiliza una señal de alta frecuencia (superior a 100Khz) para enviar los datos. Esto obviamente incrementa el costo de la instalación y nos hace depender de equipos que solo se fabrican fuera del país.

Sin embargo existe en el mercado un dispositivo convertidor de salida (la utilizada por el sistema propuesto) a X10. Esta alternativa sería viable en caso de que se decidiera cambiar más adelante el medio de transmisión. Obviamente el usuario tendría que comprar los receptores y transmisores X10 una vez realizado este cambio.

2) Soportes Metálicos

La infraestructura de las redes de comunicación actuales, tanto públicas como privadas, tiene en un porcentaje muy elevado, cables metálicos de cobre como soporte de transmisión de las señales eléctricas que procesa.

En general se pueden distinguir dos tipos de cables metálicos:

1. Par Metálico

Los cables formados por varios conductores de cobre pueden dar soporte a un amplio rango de aplicaciones en el entorno domestico. Este tipo de cables pueden transportar voz, datos y alimentación de corriente continua.

Los denominados cables de pares están formados por cualquier combinación de los tipos de conductores que a continuación se detallan:

- a) Cables formados por un solo conductor con un aislamiento exterior plástico como los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas.
- b) Par de cables, cada uno de los cables está formado por un arrollamiento helicoidal de varios hilos de cobre (por ejemplo, los utilizados para la distribución de señales de audio).
- c) Par apantallado, formado por dos hilos recubiertos por un trenzado conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores (por ejemplo, los utilizados para distribución de sonido de alta fidelidad o datos).

- d) Par trenzado, está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno por un trenzado en forma de malla. El trenzado es un medio para hacer frente a las interferencias electromagnéticas (por ejemplo, los utilizados para interconexión de ordenadores).

2. Coaxial

Un par coaxial es un circuito físico asimétrico, constituido por un conductor filiforme que ocupa el eje longitudinal del otro conductor en forma de tubo, manteniéndose la separación entre ambos mediante un dieléctrico apropiado. Este tipo de cables permite el transporte de las señales de vídeo y señales de datos a alta velocidad. Dentro del ámbito de la vivienda, el cable coaxial puede ser utilizado como soporte de transmisión para:

- a) Señales de teledifusión que provienen de las antenas (red de distribución de las señales de TV y FM).
- b) Señales procedentes de las redes de TV por cable.
- c) Señales de control y datos a media y baja velocidad.

3. Fibra Óptica

La fibra óptica es el resultado de combinar dos disciplinas no relacionadas, como son la tecnología de semiconductores (que proporciona los materiales para las fuentes y los detectores de luz), y la tecnología de guiado de ondas ópticas (que proporciona el medio de transmisión, el cable de fibra óptica).

La fibra óptica está constituida por un material dieléctrico transparente, conductor de luz, compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento, que envuelve a dicho núcleo. Estos dos elementos forman una guía para que la luz se desplace por la fibra. La luz transportada es generalmente infrarroja, y por lo tanto no es visible por el ojo humano.

A continuación se detallan sus ventajas e inconvenientes:

- a) Fiabilidad en la transferencia de datos.
- b) Inmunidad frente a interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia.
- c) Alta seguridad en la transmisión de datos.
- d) Distancia entre los puntos de la instalación limitada, en el entorno doméstico estos problemas no existen.
- e) Elevado costo de los cables y las conexiones.
- f) Transferencia de gran cantidad de datos.

2.1.1.4 Tipo De Usuario

El usuario como elemento integrante del sistema domótico debe conocer todos los detalles y funciones que se llevan a cabo en el entorno domótico que contribuyan a un correcto uso del mismo y a una eficiente y verdadera gestión de ahorro energético y reducción de gastos.

El instalador del sistema domótico puede encontrarse con diferentes tipos de usuario:

1. Usuarios con ningún conocimiento en computadoras y de la tecnología domótica.

Para estos usuarios es necesario aleccionarlos con los conceptos básicos que permitan un conocimiento mínimo del sistema domótico a ser instalado. Se debe explicar con el mayor detalle posible las incidencias futuras que traerá el nuevo sistema. Aquí es bueno hacer hincapié en las cifras que se presentan. Al usuario le interesa nada más el aspecto económico con relación al ahorro. Por lo que es recomendable presentarle las cifras de los consumos actuales contrastándolos con las cifras probables una vez que entre el funcionamiento el sistema. También es

preciso indicarles los requisitos mínimos de configuración que debe tener el sistema para que los objetivos de control sean cumplidos a cabalidad.

2. Usuarios con conocimientos básicos de computadoras y tecnología Domótica. Para estos usuarios es suficiente el manual de usuario y los esquemas generales de conexión de los diferentes elementos del sistema domótico. Sin embargo una charla sobre los sistemas domóticos en general puede servir para un conocimiento básico que permita al usuario interactuar de manera eficiente y segura con el sistema instalado en el Escuadrón.

2.1.1.5 Factor Económico

Poder realizar un sistema domótico para la gestión energética considerando un costo reducido en la inversión para su implementación es un reto que plantea la búsqueda de soluciones sencillas y asequibles con la tecnología actualmente en uso. La idea esencial es identificar los elementos sensibles del sistema domótico, económicamente hablando, que están al alcance del instalador y del presupuesto. Dando importancia a las tecnologías locales (nacionales) desarrolladas para el ámbito domótico.

2.1.2 Selección Del Sistema Domótico Idóneo A Estos Requisitos

En esta subetapa se presenta la solución propuesta como la mejor alternativa, para ello se indican los siguientes pasos:

1. **Prestaciones funcionales básicas y opcionales:** El sistema domótico propuesto tiene como tarea básica el control de luminarias del Escuadrón, las llaves de agua y la línea telefónica. Sobre estos servicios el sistema controla el encendido de las luces, la apertura de las llaves de agua y el consumo telefónico.

Las funciones opcionales (ofrecidas a petición del cliente) pueden estar dirigidas al control por horario (por ejemplo, un periodo de tiempo en el cual los servicios no están disponibles) y al reporte detallado del funcionamiento o del uso diario, semanal o mensual de los servicios. También es posible configurar el programa de gestión para que visualice más recintos susceptibles a ser controlados por el sistema (para la maqueta se hace un uso restringido de los mismos). Otra función opcional del sistema podría ser, aunque la propuesta de solución no toca el aspecto de seguridad, es la simulación de encendido de las diferentes luces de los recintos del EMDA para dar la sensación de presencia de personas.

2. Prestaciones técnicas: El sistema domótico puede programarse en su totalidad desde el centro de gestión (computador). El diseño técnico de los actuadores para el control de las luces permite detectar fallas en los bombillos (filamento abierto), con lo cual es posible saber cual bombillo debe reemplazarse sin más que mirar el estado actual del recinto (etiqueta de estado siempre en rojo en la pantalla del programa de gestión). Para una revisión rápida del funcionamiento de los módulos (a simple vista) cada módulo en los puntos de control cuenta con un led indicador de la presencia de voltaje.

3. Cumplimiento de normativa de vigor: La instalación del sistema domótico tiene relación con las normativas que rigen en el campo eléctrico y de aguas blancas. Sin embargo la normativa eléctrica es la que tiene más peso en el proyecto y es la que debe ser tomada muy en cuenta al momento de iniciar la instalación del sistema domótico. Por lo que se debe canalizar el cableado del sistema en tubos adecuados (tubería plástica o tubos corrugados) evitando ponerlos juntos a los conductores de 220V AC (donde exista esta acometida), que pueden ocasionar interferencias indeseadas. Y en el caso de que no sea posible instalar nuevas tuberías, se tratará de introducir el cableado a través de las tuberías ya existentes de tal forma de que no queden los cables muy ajustados. Pues la generación de calor puede ocasionar corto circuitos que puedan dañar el sistema domótico y el propio sistema eléctrico del Escuadrón. Para evitar posibles interferencias de radiofrecuencia irradiada por el

computador o por la tarjeta electrónica que sirve de interfaz, se debe asegurar la correcta instalación de un conductor que sirva de tierra a todo el sistema domótico. De tal manera que cualquier interferencia sea drenada a la tierra común de todo el sistema.

4. **Implicaciones tecnológicas y equipamiento domestico:** La tecnología utilizada pasa desapercibida (en cuanto a módulos actuadores y cableado) si la instalación se hace correctamente. Para el caso de los módulos de luces los mismos son colocados en el interior de los cajetines donde se ubica el interruptor de pared. Los módulos de control de llaves de agua deben ser ubicados en las cercanías donde se ubica la electroválvula de corte de agua o si es posible en el cajetín del tomacorriente más cercano (si es posible). En cuanto al módulo de control telefónico el mismo que está integrado a la tarjeta electrónica que sirve de interfaz. Como circuitos auxiliares para el control telefónico se tienen el circuito adaptador de señal telefónica (teléfono – tarjeta de interfaz) y el relé de corte de línea.

5. **Posibilidad de ampliaciones futuras y grado de compatibilidad con otras soluciones:** El sistema domótico puede ser ampliado con otros módulos que cumplan funciones distintas a las implementadas para el sistema inicialmente considerado. Pero realizar estos cambios implica una modificación en el programa de gestión. Por otro lado la compatibilidad con otras soluciones es muy limitada. Esto debido a que el *hardware* y el *software* utilizado para el sistema domótico son de diseño exclusivo para su funcionamiento. Sin embargo la existencia en el mercado de soluciones como el convertidor serie-X10, que permite obtener señales de control en formato X10 (señales de alta frecuencia), de un puerto USB-serie hace posible (con ciertas modificaciones en el protocolo de comunicaciones) que el programa de gestión diseñado utilice la tecnología basada en X10.

2.1.3 Elaboración Del Proyecto Y Documentación Asociada

2.1.3.1 Introducción / Objetivos

El proyecto domótico que a continuación se expone tiene características muy particulares que lo convierten en algo así como un prototipo. Y esto es así debido a que utiliza software y hardware de diseño propio. No obstante se dictaran las pautas necesarias y suficientes para que durante y su posterior instalación el sistema tenga un desempeño funcional adecuados para las pautas de diseño consideradas.

También se explica en detalle las funciones diseñadas para el sistema domótico. Su configuración desde el computador y los ajustes básicos de los elementos que hacen posible ejecutar correctamente las funciones implementadas. Se da una explicación detallada del sistema domótico implementado y se enumeran los elementos integrantes del mismo. El listado de estos elementos es para cada categoría de servicio y para un solo punto de control. Claro está, el listado será el mismo para otro punto de control escogido en la categoría seleccionada de servicio (eléctrico, agua y teléfono).

Igualmente se describen algunos requisitos especiales de instalación que tienen que ver con las instalaciones tradicionales de o la necesidad de crear nuevas instalaciones. También se especifican las relaciones de las entradas y salidas del sistema domótico en cuanto a su interconexión y su configuración previa.

Más adelante se describe los programas y módulos tanto del computador que sirve de centro de control como de la interface electrónica que se encarga de recibir y emitir las señales de control. Finalmente se indica ciertos detalles sobre el mantenimiento a seguir una vez instalado el sistema domótico. Para la realización de esto se toma como referencia un hangar, dos habitaciones, dos baños, una sala star, una cocina, garaje y patio.

Todos los puntos considerados anteriormente tienen los siguientes objetivos:

- a) Disminuir el gasto en el pago de los servicios de electricidad, agua y teléfono.
- b) Control en tiempo real de las variables controladas, previa programación a través del computador.
- c) Limitar el gasto hasta cierto punto de los servicios básicos de la vivienda. Esto se logra con la programación de topes de consumo (servicio telefónico) y tiempos de temporización (servicios de electricidad y agua).
- d) Racionalizar el gasto en los servicios básicos como la electricidad y agua que comienzan a ser escasos. Racionalizar el gasto en éstos servicios implica un ahorro energético que no solo beneficia al escuadrón sino a la sociedad en general.

2.1.3.2 Descripción Del Escuadrón

El sistema domótico propuesto en este proyecto tiene una distribución de su cableado eléctrico sectorizada por circuitos. Esta sectorización permite que cada circuito alimentador para las luces internas, luces externas y tomacorrientes tenga una caja de distribución que empalma a través de interruptores los demás circuitos del escuadrón. Esta característica en la distribución de la acometida eléctrica, facilitará la instalación del cableado requerido por el sistema domótico.

El sistema domótico propuesto en el proyecto está dirigido al escuadrón con las siguientes características:

- a) Dieciséis habitaciones.
- b) Cuatro baños múltiples
- c) Una cocina
- d) Una sala star
- e) Un pequeño jardín a la entrada y un patio trasero.
- f) Garaje.
- g) Diez Hangares

2.1.3.3 Requisitos De Instalación (Equipamiento)

En este apartado se mencionan los lugares del Escuadrón candidatos a la colocación de un punto de control susceptible a ser controlado y monitoreado por el sistema domótico.

- a) Habitaciones/ Hangares: En cada una de las habitaciones se coloca un punto de control para el control de iluminación.
- b) Baños: En los baños los puntos de control están dirigidos a las llaves de los lavamanos.
- c) Cocina: Se coloca un punto de control tanto para la iluminación como para la llave del fregadero.
- d) Sala de star: Se coloca un punto de control para la iluminación.
- e) Luces de iluminación externas (jardín y patio): Se coloca un punto de control para todas las luces en conjunto.
- f) Garaje: Se coloca un punto de control para la iluminación.

Por existir todos los lugares antes descritos se tiene una potencia instalada dentro del Escuadrón del Mantenimiento de la Defensa Aérea (EMDA) es de 732 Kw Anexo 1 (Potencia instalada en el EMDA).

2.1.3.4 Aplicaciones (Funciones)

1. Función de apagado por temporización de las luces.

Para las luces de los recintos bajo control la función se activará al momento de encender cualquier bombillo sometido a control. A partir de este instante el sistema domótico mantiene encendida la luz por el tiempo previamente programado por el usuario. Una vez finalizado el tiempo programado, con la luz aún encendida, el sistema desactiva la luz por tiempo indefinido hasta que el usuario haga un *reset*, con lo cual el sistema inicia de nuevo la temporización.

2. Función de desactivación por temporización de las llaves de agua.

Esta función se activa cada vez que una llave de agua, sometida al control domótico, es abierta. En este instante se inicia el tiempo de temporización previamente programado por el usuario durante el cual la llave permanece abierta. Finalizado el tiempo de temporización el sistema domótico manda a cerrar la llave por tiempo indefinido, hasta que el usuario realice un reset (reposición).

3. Función de control de llamadas telefónicas salientes.

Esta función se activa cada vez que se haga una llamada usando el servicio telefónico. Una vez que la llamada se establezca el sistema domótico cuenta su duración hasta que finalice. El tiempo de llamada se multiplica por el valor actual del costo de la misma. Éste valor en dólares americanos, se va almacenando y comparando con el tope de consumo máximo que el usuario ha programado. Si el monto de consumo es menor que el tope almacenado la línea telefónica se mantiene abierta. Pero si el consumo supera el tope de consumo la línea es cortada por algunos segundos (si se intenta hacer una llamada) hasta que el administrador del sistema, mediante una clave, aumenta el tope máximo de consumo o desactiva la función.

2.1.3.5 Solución Adoptada

A continuación se describen los elementos principales que constituyen el sistema domótico:

- a) **Computador:** Será el encargado de gestionar mediante un programa, el control de todo el sistema domótico.
- b) **Módulos de control:** Hay dos tipos bien diferenciados, los que controlan y monitorean las luces y los que controlan las llaves de agua.
- c) **Tarjeta de interfaz electrónica:** Es el puente de comunicación del computador con todos los módulos instalados. Con ella el computador puede

recibir los cambios registrados en los sensores y emitir las órdenes de corrección según estos cambios.

Como elementos secundarios pero no menos importantes se encuentran los siguientes:

1. Sensores.

Los elementos que detectan un cambio en las condiciones de funcionamiento de los servicios monitoreados se encuentran en el módulo de luz, módulo de agua y línea telefónica. A continuación se mencionan los elementos que actúan como sensores:

- a) Módulos de control de luz: Aquí el componente sensor es el interruptor de pared junto al opto acoplador led-transistor.
- b) Módulos de control de agua: Aquí el componente sensor es un detector de flujo de agua.
- c) Modulo de control telefónico: Aquí el detector es un circuito integrado que detecta los diferentes tonos generados por el teclado del teléfono.

2. Fuente de alimentación.

Permite energizar todo el sistema desde los módulos instalados hasta la tarjeta de interfaz electrónica. Proporciona el voltaje de +5VDC.

2.1.3.6 *Requisitos Especiales De Instalación*

1. Espacio adicional en el cuadro eléctrico.

Cada punto de control instalado estará representado por una tarjeta electrónica de reducidas dimensiones (4 cm de largo x 3 cm de ancho) que puede ser instalada sin problema alguno en los cajetines principales de la instalación eléctrica (en algunos casos) o colocado en los mismos cajetines de los interruptores de las luces o los cajetines de los tomacorrientes de cada recinto donde se halla instalado un punto de control.

2. Canalizaciones adicionales para el paso de señales de control.

En los casos donde sea imposible la colocación del cableado de las señales de control dentro de las tuberías del cableado eléctrico, el mismo se instalará al fondo de las esquinas de cada recinto (unión de dos paredes), cubriendo dicho cableado con una platina de aluminio.

3. Consideraciones con cableado de 220 VAC.

Es recomendable evitar en lo posible la colocación de los cables de las señales de control del sistema domótico, cerca de la acometida eléctrica de 220VAC. (para lugares con este voltaje). Esto es en la misma tubería de 220VAC. Se debe buscar una tubería alterna que no contenga acometidas de este tipo, para evitar posibles interferencias originadas por corrientes inducidas provocadas por este nivel de tensión.

4. Precauciones de aislamiento de equipos que puedan causar interferencias.

Para evitar posibles interferencias eléctricas de equipos (lavadoras, motores, microondas, etc.) se tomará la precaución de energizar cada tarjeta de control, en cada punto de control, con el circuito eléctrico del cual dependen las luces de cada

recinto. De esta manera no se hará uso del circuito de tomacorrientes a los cuales se les conecta los equipos antes mencionados. Sin embargo si no es posible realizar lo anterior, y el circuito para energizar las tarjetas de control es el de los tomacorrientes, se instalara un filtro antiparásito, que desvíe a tierra todas las interferencias causadas por los equipos mencionados.

4.1 Colocación de la barra de *cooper*: Para un perfecto aislamiento de interferencias en las señales de control en imprescindible la instalación dentro del escuadrón de una barra de cobre, comúnmente conocida como barra de cooper. La cual servirá como vía de retorno para las señales de alimentación de todas las tarjetas de control y como vía de eliminación para cualquier interferencia que se pueda producir. (Parásitos eléctricos)

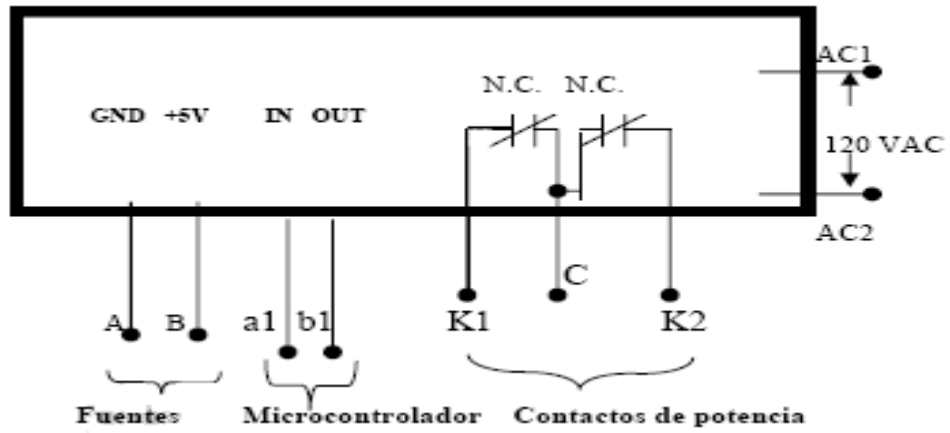
2.1.3.7 *Especificaciones De Instalación*

FIGURA 2.3 TARJETA DAQ USB 6009 Ó 6008



FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS.
RECOPIADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.4 ENCENDIDO DE LAS LUCES



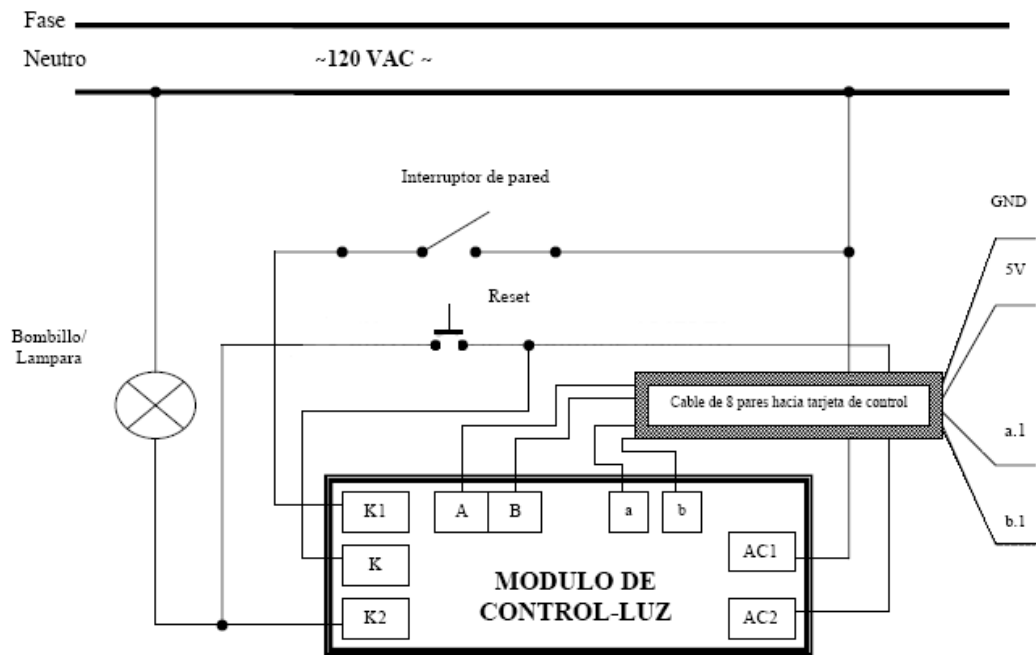
REALIZADO POR: POSTULANTES

TABLA 2.1 CODIFICACIÓN DE COLORES PARA LUCES

Color	Descripción	Numeración	Observación
Azul	+5 VDC	Ax	-----
Verde	Común (GND)	Bx	-----
Verde-blanco	Señal entrada-activación	CLx	Activación relé
Verde	Señal salida hacia control	DLx	Señal sensor
Amarillo	Señal reset	-----	Pulsador
Negro	Contactos de relé	-----	Desactiva Bombillo
Blanco	Voltaje alterno 120Vac	-----	Voltaje presente con interruptor de pared abierto

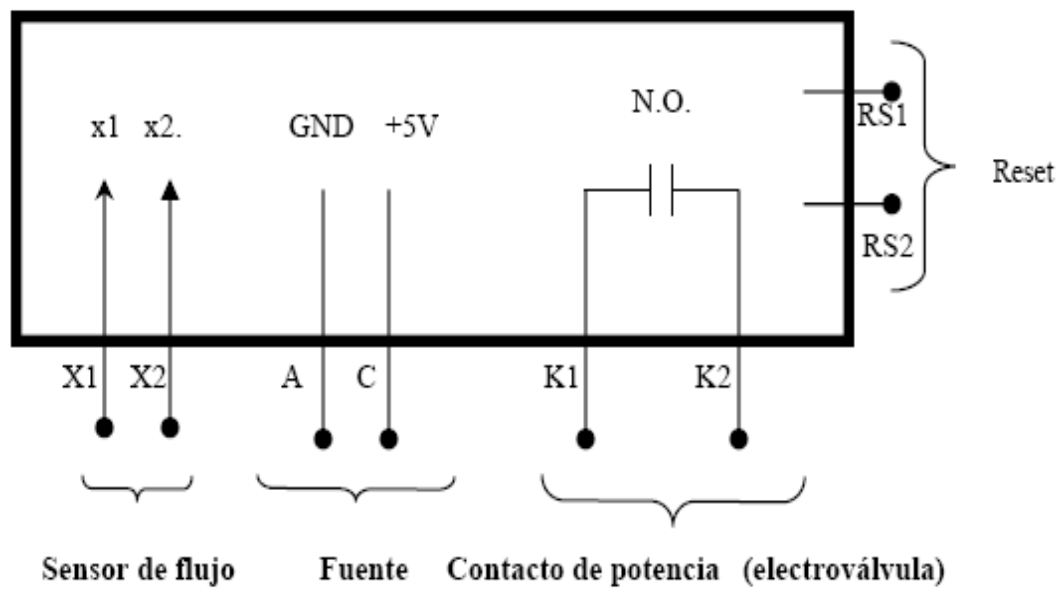
REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.5 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA CONEXIÓN DE CONTROL PARA LAS LUCES



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.6 MÓDULO DE CONTROL PARA LAS LLAVES DE AGUA



REALIZADO POR: POSTULANTES

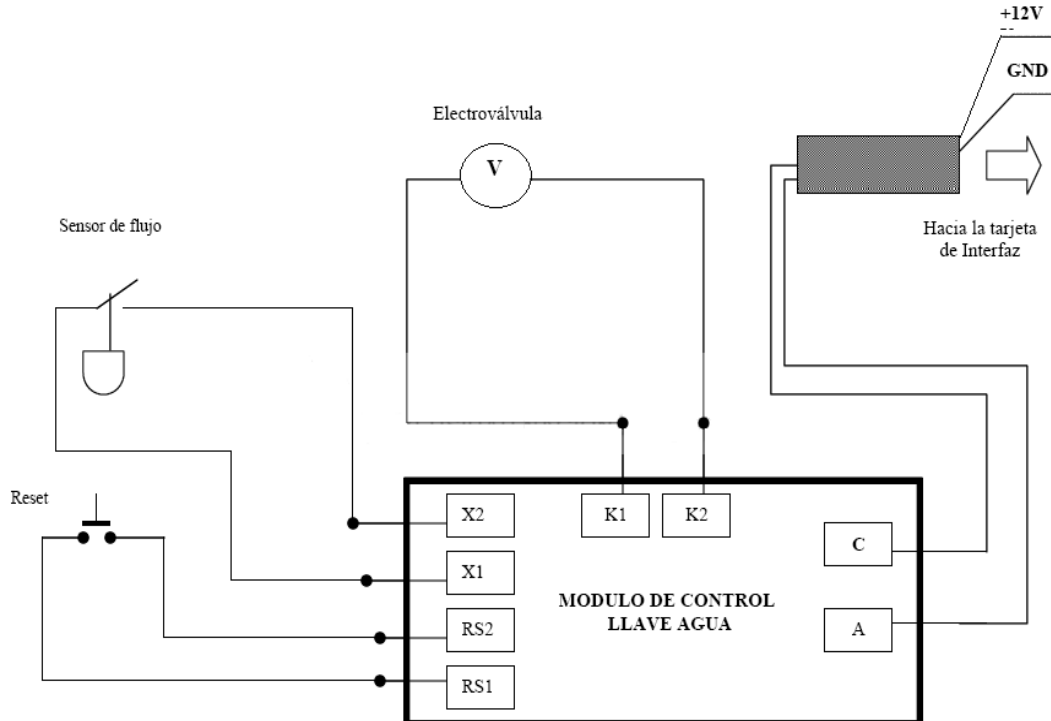
TABLA 2.2 CODIFICACIÓN DE COLORES PARA MÓDULO DE LLAVES DE AGUA

Color	Descripción	Numeración	Observación
Azul	+5 VDC	Ax *	-----
Naranja	Común (GND)	Bx	-----
Verde-blanco	Señal entrada-activación	Cx	Activación relé
Verde	Señal salida hacia control	Dx	Señal sensor
Rojo	Señal de sensor	Fx	Desactiva
Amarillo	Señal reset	-----	Pulsador

*Nota: La "x" representa el número del módulo de control (actuador)

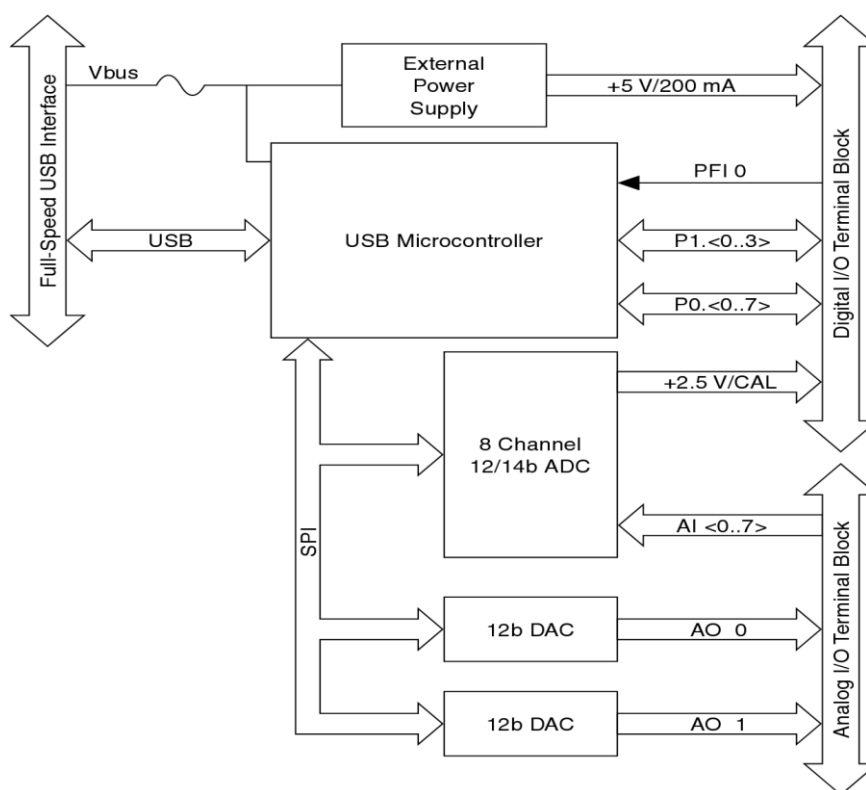
REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.7 ESQUEMA UNIFILAR DEL MÓDULO DE CONTROL PARA LAS LLAVES DE AGUA.



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 2.8 ESQUEMA DE LA TARJETA DE INTERFAZ ELECTRÓNICA.



FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

2.1.3.8 *Puesta En Marcha Para El Instalador Del Sistema*

Una vez instalado todos los módulos de control y el cableado a la tarjeta de control y ésta al computador se deben realizar los siguientes pasos para la verificación del correcto funcionamiento de todo el sistema:

1. Módulos de control de luces: Aquí se debe verificar el encendido de dos led indicadores del voltaje (verde y rojo) ubicados en la tarjeta de control. Para realizar esta tarea debe retirarse solo la tapa del cajetín del interruptor de pared (asegurarse de que este abierto - apagado) en el recinto especificado. El encendido del led de color verde indica la presencia de voltaje alterno (120VAC) que sirve de alimentación a la tarjeta de control. El encendido de color rojo indica la presencia de voltaje continuo (+5VDC), que también alimenta la tarjeta. El encendido de estos dos led, con el interruptor apagado,

indica el correcto funcionamiento del módulo. Adicionalmente se debe probar el correcto funcionamiento del sensor de encendido: para ello se debe cerrar (ON- Encendido) y verificar que el led de color verde se apaga, si esto sucede el sensor funciona bien (interruptor de pared).

2. Módulos de control de Llaves de agua: Este módulo es mucho más sencillo que el de luces. Solo se debe verificar sobre la tarjeta del módulo el encendido del led de color rojo, que señala la presencia de voltaje de +5VDC.
3. Pruebas de funcionamiento: Cuando los led indicadores (ubicados en los módulos) por algún motivo estén apagados, se debe verificar la fuente principal de alimentación como primera medida. Si la fuente principal está bien, se debe revisar que el cable de alimentación no esté roto en alguna parte del trayecto. En los lugares donde se instale el módulo de control se debe constatar (con un medidor de voltaje) el voltaje de entrada.

2.1.3.9 *Mantenimiento*

El mantenimiento del sistema domótico debe llevarse a cabo periódicamente. Será un mantenimiento preventivo para evitar posibles fallas de los componentes más sensibles. Por las condiciones de continuo uso se mencionan a continuación los elementos susceptibles de ser revisados:

- a) Sensores: Se debe evitar la acumulación de oxido en los contactos eléctricos del sensor de flujo de agua.
- b) Fuente de alimentación del sistema domótico: Aquí debe verificarse el estado de los filtros (capacitores) del voltaje suministrado por la fuente.
- c) Unidad de protección ininterrumpida (UPS): Debido a la importancia de este componente en el sistema domótico, pues en caso de falla eléctrica el sistema se mantendrá en funcionamiento por un par de horas. Para este componente se revisar el estado de la batería.

2.2 ETAPA DE EJECUCIÓN

- a) Seleccionar el instalador que ejecutará el proyecto.
- b) La preinstalación e instalación del sistema.

2.2.1 Subetapa De Selección Del Instalador

En el caso del proyecto domótico el instalador debe tener el conocimiento suficiente de la disciplina domótica y de los elementos constituyentes que forman parte del sistema domótico a instalar. Por lo que debe buscar toda la documentación existente de cada uno de los elementos principales; manual de usuario Anexo 2.

Es deseable que el instalador tenga un conocimiento básico de computadoras y configuración de software. Pues las pruebas que se deben realizar después de conectar todos los elementos del sistema implican la manipulación y ajuste de parámetros que tienen que hacerse con el programa de gestión instalado en la computadora. También el instalador debe tener en cuenta las normas de seguridad con relación a la baja y alta tensión. Muy importante cuando se decide colocar nuevas tuberías y cables sobre la instalación tradicional.

2.2.2 Preinstalación E Instalación Del Sistema

La previsión de todas las canalizaciones asociadas al sistema domótico:

- a) Tuberías necesarias para el cableado.
- b) Número de regletas de empalme.
- c) Número de cajetines y tableros de distribución.
- d) Longitud del cable necesario y número de pares contentivos de los mismos.
- e) Codificación de los cables de acuerdo a su color para cada señal específica del sistema domótico.

Estas necesidades de instalación están directamente relacionadas con la cantidad de dispositivos (módulos de control, sensores, etc.) que se vayan a instalar.

Así como las condiciones físicas de los lugares donde se instala el sistema domótico.

1. Análisis de la mejor ubicación de sensores y actuadores.

El diseño de los módulos de control y sensores para el sistema domótico propuesto tiene como finalidad poder ubicarlos en lugares donde pasen desapercibidos y que ocasionen la menor perturbación posible. De esta manera se tiene que los módulos de control de luces han de instalarse dentro del cajetín del interruptor de luz. No se sugiere otro lugar posible, pues las implicaciones de cableado adicional complicarían su instalación. Además el sensor y alimentador del circuito es el propio interruptor de la luz.

Para los sensores de llaves de agua la situación es totalmente diferente. Pues al módulo de control para las llaves de agua llega la señal del sensor de flujo, y sale la señal de activación a la electroválvula que corta la salida de agua. Una instalación adecuada de todo el conjunto {sensor} + {electroválvula} + {modulo de control} debe ubicarse lo más cercano a la llave de agua a controlar. Por ejemplo, se tiene que para las llaves de los lavamanos el módulo de control puede ubicarse en la parte inferior de los mismos fijado a la pared y cercana a las mangueras de agua. Esto facilitará la conexión con la electroválvula, que deberá ubicarse (si es posible) entre el tubo principal y las mangueras que alimentan la llave de agua. La ubicación del sensor de flujo entre la tubería, deberá hacerse después de la electroválvula y en el mismo trayecto de salida de agua cuando esto sea posible.

En cuanto a la tarjeta de interfaz electrónica NI-6008, la misma debe ubicarse en las cercanías de la central de gestión (computadora). En la misma tarjeta de interfaz se encuentra el circuito de control telefónico al cual debe llegar el cable del teléfono.

Otro elemento importante a considerar es el respaldo de energía de todo el sistema domótico el cual debe estar ubicado en un lugar cercano a la central, esto para evitar cables de alimentación excesivamente largos. El sistema de respaldo debe respaldar al sistema domótico al menos por cuatro horas continuas después de la interrupción del fluido eléctrico.

2. Consideraciones adicionales para la preinstalación.

Toda la acometida de alimentación para los módulos de control del sistema domótico debe independizarse de las señales de los sensores y las de activación. Garantizando que toda referencia al cable a tierra (común) sea conectada a un mismo punto de tierra común. Igualmente las señales de control y activación serán conectadas a otro cable que excluye cualquier voltaje de alimentación.

Si la necesidad lo amerita y si la instalación así lo exige, el cable escogido para las señales de control y activación debe adaptarse a las posibles interferencias provenientes del cableado de 220VAC o de alto consumo.

2.3 ETAPA DE ENTREGA

- a) Entrega de la instalación al cliente.
- b) Mantenimiento de la instalación.

2.3.1 Subetapa De Entrega De La Instalación Al Cliente

1. Una vez que los servicios básicos sean conectados (en caso de que haya sido recién construida) y que los actuadores y sensores estén conectados correctamente se procede a poner en marcha al sistema.

2. Entregar al usuario toda la documentación necesaria tanto técnica como funcional. Esta documentación está identificada como el manual de instrucciones, manual del sistema.
3. Para el caso del programa de gestión cargado en la computadora y cuya finalidad es el monitoreo y control de todo el sistema se debe aleccionar al usuario del funcionamiento del mismo.

2.3.1.1 Puesta En Marcha De La Maqueta De Pruebas

El caso especial del proyecto domótico propuesto que hace muy costoso su instalación en forma real, hace que las pruebas de control y monitoreo se realicen sobre un reducido número de elementos. La idea es preparar una maqueta de pruebas para simular el sistema de control y verificar, que cumpla con las especificaciones de diseño.

Los pasos a seguir para la correcta preparación de la maqueta son los siguientes:

1. Se debe chequear cada elemento (actuador, sensor) verificando su correcta ubicación en la maqueta. Esto permite que los cables que llegan y salen de cada uno de los elementos no se crucen.
2. En la interconexión de elementos se debe tener cuidado con los cables que llevan voltaje. Se debe identificar cada uno de ellos. No aplicar voltaje alguno para este paso.
3. Una vez conectados todos los elementos escogidos para la simulación en la maqueta, se debe probar la continuidad del cableado entre la tarjeta de interfaz (salidas / entradas) y cada uno de ellos.
4. Con los elementos desplegados en la maqueta y correctamente cableados se procede a energizar, en primer lugar, con voltaje de +5VDC continuos.

Verificando que los leds indicadores, para este voltaje, se iluminen. Si todo funciona bien, se desconecta el voltaje de +5VDC.

5. Los actuadores de las luces deben probarse conectando los 120 VAC y verificando que los leds indicadores se iluminen para este voltaje (led de color verde).
6. Con los pasos anteriores cumplidos, se procede a alimentar con ambos voltajes (+5VDC y 120VAC) toda la maqueta. En este paso se conecta el cable USB a la computadora.
7. Con el cable conectado al computador, se procede a cargar el programa de monitoreo y control. Si todo está bien, el programa muestra un mensaje de “<<conexión establecida>>”. Indicando con esto que la tarjeta de interfaz está alimentada y monitoreando todos los elementos conectados a ella.

2.3.2 Subetapa De Mantenimiento

El Sistema Domótico una vez implantado no requiere de gastos significativos en mantenimiento. Sin embargo es bueno llevar a cabo ciertos procedimientos tendientes a reducir las posibles fallas que pudieran ocurrir en el sistema.

Para lograr que las fallas sean mínimas se debe realizar dos tipos de mantenimiento:

1. **Correctivo:** Este tipo de mantenimiento debe ser realizado por el personal que instalo el sistema o si es posible por la empresa que venda los equipos.
2. **Preventivo:** Este tipo de mantenimiento puede hacerse periódicamente. Y consiste en una revisión minuciosa de los elementos integrantes de todo el sistema domótico. Buscando posibles deterioros de sus partes que hagan que

fallen en el futuro. La periodicidad de este mantenimiento puede realizarse cada seis meses.

Los pasos a realizar para un mantenimiento preventivo eficaz se mencionan a continuación:

- a) Revisión del perfecto estado de todo el cableado instalado: La revisión se hace en los extremos donde los cables se conectan a los equipos domóticos y a los empalmes entre recintos. Aquí la presencia de oxido sobre las regletas de conexión han de eliminarse de inmediato. Su permanencia puede ocasionar más adelante rupturas de los conductores.
- b) Revisión de la fuente de voltaje que alimenta al sistema domótico: Aquí se debe observarse los capacitores electrolíticos que sirven de filtro. Verificar la no presencia de liquido derramado (capacitores con daños) y de abultamiento anormal. Si alguno de los capacitores presenta estas señales es posible un deterioro parcial o total de su funcionamiento, lo que hace perder su capacidad de filtrado (menos voltaje continuo) provocando fallas de señal inexplicables. Si este es el caso deben reemplazarse de inmediato.
- c) Revisión del sistema de respaldo interrumpida (UPS): Este sistema proporciona voltaje por algunas horas en caso de corte eléctrico. La revisión que se haga está dirigida a verificar el perfecto funcionamiento de las baterías.

Esta tarea consiste en desconectar el voltaje de 120VAC y probar el tiempo de respaldo de la batería. Si el tiempo de respaldo es muy pequeño (menos de 15 minutos) la batería ha de cambiarse.

- d) Revisión de los leds indicadores de voltaje en los módulos de control tanto para luces como para llaves de agua. Aquí simplemente debe asegurarse que los leds encienden con la intensidad adecuada. Si su brillo es débil y desvanecido deben cambiarse de inmediato.

- e) Los interruptores de pared para las luces como parte integrante del sistema domótico han de probarse cuando se conmutan al cierre. Cuando se cierra el interruptor (ON) y la luz parpadea algunos segundos es indicativo de que el cierre del contacto no es completo (alta resistencia) lo que puede afectar a la señal que se envía a la tarjeta de interfaz. Si esto es así ha de reemplazarse el interruptor de inmediato.
- f) La central de gestión conformada por la computadora y la tarjeta de interfaz electrónica han de chequearse buscando posibles anomalías en la conexión del cable de comunicaciones USB. Para realizar una verificación de su estado se puede hacer lo siguiente: con el sistema trabajando se dobla el cable de conexión USB, observando la presencia de señal proveniente de la tarjeta electrónica. Si la señal desaparece cuando se dobla el cable ha de cambiarse de inmediato. Con la tarjeta de interfaz, solo debe asegurarse que no haya exceso de polvo u oxido que pueda ocasionar una falla.

2.4 PASOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DOMÓTICA.

2.4.1 Requerimientos funcionales necesarios para el Sistema Domótico.

Las funciones identificadas buscan hacer cumplir las primicias de ahorro energético y reducción de gastos en los servicios básicos. Por lo que el sistema domótico tiene como funciones principales:

- a) Controlar el tiempo de encendido de las luces.
- b) Controlar el tiempo de apertura de las llaves de agua.

- c) Determinar el consumo en dólares americanos de las llamadas salientes del teléfono residencial y cortar la línea si el monto supera un tope máximo.
- d) Controlar la habilitación de la ventilación en un recinto por medio de aire acondicionado o ventilación natural (artificial según el caso).

2.4.2 Definición de las entradas y salidas

Todas las entradas y salidas son procesadas por la tarjeta de interfaz electrónica NI-6008, la cual envía el dato en un formato que pueda entender y procesar el programa de gestión domótica. Por lo que las entradas y salidas son las siguientes:

a) Entradas a través del puerto USB:

- Señal proveniente de cada módulo de control de luces y de llaves de agua.
- Señal digital del calefactor.
- Señal de línea telefónica residencial.
- Señal de descuelgue del teléfono.

b) Entradas a través del usuario:

- Tipo de puerto USB.
- Valor del impulso telefónico.
- Valor del tope máximo de consumo.
- Valor del tiempo para los tiempos de temporización (luces y llaves de agua).
- Nombre de la operadora telefónica y código asignado.

c) Salidas a través del puerto USB:

- Señal de activación hacia cada modulo de control de luces y de llaves de agua.
- Señal de desconexión de la línea telefónica.
- Señal de activación ventanas motorizadas o del aire acondicionado.

d) Salidas hacia el usuario:

- Reporte de las llamadas realizadas.
- Estado actual de cada variable controlada. (activada/desactivada)

2.4.3 Formato de las Entradas y Salidas a través del puerto USB

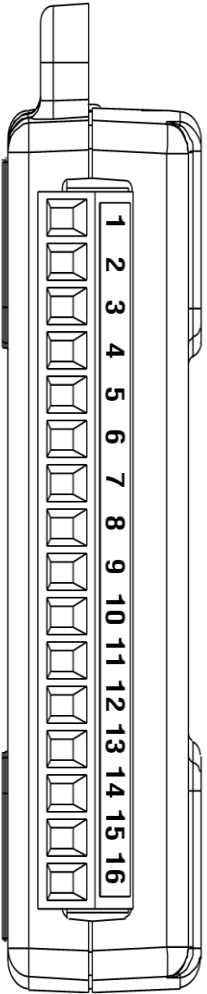
La tarjeta de interfaz electrónica NI-6008 envía los datos en forma digital. El programa de gestión toma este dato y lo transforma para ser procesado por los algoritmos del programa de gestión.

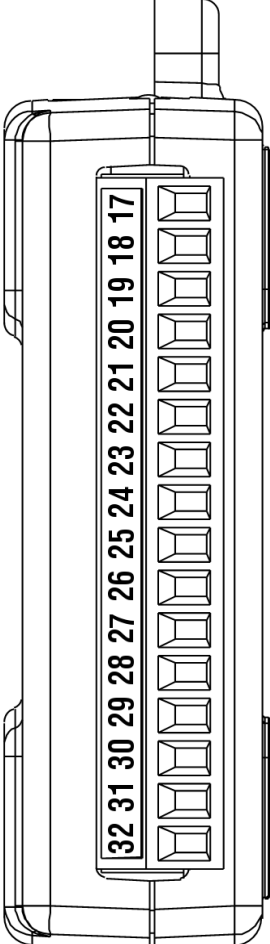
2.4.4 Definición del modelo conceptual de datos

El requerimiento de una base de datos de gran tamaño no fue necesario debido a la tipología particular del sistema domótico, que se limita solo a controlar unas cuantas variables (servicios básicos) que no requieren almacenamiento masivo de datos. Sin embargo se implementa un resguardo de datos en algunas tablas para el registro de los valores que se introducen en las sesiones de programación que se hacen al sistema domótico.

Para las combinaciones de los puerto de entrada digital se tiene (0-15) se denominada “puerto de adquisición de datos”, que contiene todas las combinaciones posibles que representan diversas funciones y que son interconectadas entre si, en lugar de utilizar secuencias de instrucciones escritas en un programa.

FIGURA 2.9 PUERTOS DE ASIGNAMIENTO DE SEÑAL DIGITAL TARJETA DAQ6008

Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

FUENTE: NATIONAL INSTRUMENTS
 RECOPIADO POR: POSTULANTES

El programa de gestión toma el código y ejecuta las acciones correspondientes de activación/desactivación de salidas.

Para el resguardo de los tiempos de programación tanto para las luces como para las llaves de agua se definen las tablas "Tbluces" y "Tbagua", las cuales almacenan los valores de tiempo que se ingresan durante la programación. Estas tablas están conformadas por un atributo que identifica el recinto y el tiempo asignado.

TABLA 3.1. REGISTRO DE TIEMPO DE LLAMADAS

IDENTIFICACION DEL RECINTO	TIEMPO
N	XXX

El registro de los tiempos de una llamada y su respectivo costo, se almacenan en una tabla denominada “RegTime”. Esta tabla permite la acumulación histórica de todas las llamadas salientes.

Tb Reg. Time.

Id	No Tlf	Tseg	Fecha	Hora	Costo
n	XXXX-XXX	XX	D/M/A	00:00:00	XXX

Los registros de las operadoras que prestan el servicio telefónico están en una tabla denominada “TbOp”. En esta tabla se almacena el costo en dólares del impulso de la llamada.

TbOP

COD. Op	NOMBRE Op	COSTO
XXX	MMM	000,00

El monto máximo de consumo para el control del gasto telefónico es almacenado en una tabla denominada “TbTope”. En esta tabla se puede almacenar los topes para todos los meses del año.

TBTOPE

MES	TOPE MAXIMO
Mmm	00,00

REALIZADO POR: POSTULANTES

2.4.5 Diseño de los formularios y ventanas para las funciones definidas

La pantalla que sirve para visualizar el estado (en tiempo real) de las variables supervisadas se implementa como un elemento visual que abarque la totalidad de los servicios controlados. Esta interfaz por pantalla muestra simultáneamente bloques bien definido; *Control de Luces*, *Control de llaves de Agua*, *Control de consumo telefónico* y *Monitor de Temperatura*.

La idea básica es poder mostrar, usando valores numéricos o efectos visuales (cambio de color) los estados de las variables monitoreadas. Por ejemplo, para los bloques de control de luces y llaves de agua el estado normal es indicado con el color verde sobre una etiqueta. Cuando el sensor del módulo es habilitado, y la cuenta regresiva del tiempo llega a cero (orden de apagado/orden de cierre llave) la etiqueta cambia a color rojo. Igual sucede en el bloque de monitor de temperatura, el color verde señala temperatura normal, y el cambio constante entre verde y rojo indica temperatura alta.

Para el bloque de control telefónico una etiqueta muestra el consumo telefónico actual. Cifra que se actualiza inmediatamente después que se realiza una llamada telefónica.

2.4.6 Diseño de los Controles de Seguridad y Resguardo de la información

El propósito de los controles implementados tiene como finalidad el resguardo de la base de datos y las restricciones a los cambios de programación:

(a) Resguardo de la Base de Datos: Cada vez que el sistema se cierra se hace una copia de la base de datos en el directorio “c:\” del disco duro, en la carpeta BacKupDomo (c:\BackUpDomo.MDB).

(b) Restricciones a modificaciones: Para el cambio de registros sensibles del sistema domótico se pide una clave de acceso.

(c) Validación de campo: En la introducción de datos el sistema valida el formato de entrada.

2.4.7 Ajustes Finales y Cambios Definitivos

Los ajustes realizados en el sistema de gestión se hacen conjuntamente con el programa de la tarjeta NI-6008. Esto es así, debido a que los datos enviados por la tarjeta NI-6008 tienen un tiempo de ejecución que debe sincronizarse con el programa de gestión domótica. Los cambios y ajustes fueron en su mayoría realizados sobre la captura de los datos proveniente de la tarjeta NI-6008.

2.4.8 Implantación del Sistema (uso de la maqueta)

Una vez obtenida la comunicación en cuanto a recepción y transmisión de datos entre el computador y la tarjeta de interfaz electrónica, se procede a probar el programa junto a la tarjeta de adquisición de datos. La prueba de implantación tiene como objetivo verificar la correcta comunicación que existe entre el programa de gestión y la tarjeta de interfaz.

Las pruebas a realizar se limitan a la verificación de las señales de entrada y salida. Aquí por ejemplo, se activa de manera manual cada una de las señales de entrada y se verifica que el programa de gestión detecte el evento, lo procese y envíe una señal de salida, que para este caso se mide con un tester (voltaje continuo).

2.4.9 Pruebas de Funcionamiento de todo el Programa

Con la simulación y los módulos de control conectados se energiza todo el sistema y se activa el programa. Se asegura que ningún sensor de los módulos este funcionando (desactivado). En esta condición se prueba cada bloque de funciones contenido en la interfaz de usuario. Los realizados para cada bloque son los siguientes:

- a) **Bloque de control de luces:** Se programa un tiempo de prueba y se acciona el interruptor en la maqueta. Con esto se simula el encendido normal de una luz en un recinto. Se debe verificar que al instante de encender la luz el conteo respectivo para el recinto dado inicie su cuenta regresiva. Estas pruebas se realizan para los demás módulos habilitados en la maqueta. También se pudo constatar que dejando la luz encendida hasta que el tiempo llegue a cero, el sistema apaga la luz por tiempo indefinido. Hasta que el botón reset es presionado, y el sistema comience de nuevo el conteo.
- b) **Bloque de control de Llaves de Agua:** Aquí se procede de forma similar al control de luces. Pero en este caso se utilizan dos módulos de control (por razones económicas) para las pruebas. Con las llaves de agua cerradas el sistema debe permanecer en espera, con todas las etiquetas en color verde. Al momento de abrir una llave se verifica el inicio del conteo regresivo para el recinto respectivo. Finalizando el conteo la electroválvula debe activarse cortando el flujo de agua. Con el botón de reposición (reset) el sistema debe iniciar de nuevo la cuenta regresiva.
- c) **Bloque monitor de temperatura:** Este bloque utiliza como entrada la salida de un termostato, el cual envía un 1 lógico (+5V) cuando la temperatura sobrepasa un valor previamente programado. La prueba consiste en someter al termostato a una temperatura superior a la programada (calentando su sensor de temperatura) y verificar que superada la temperatura programada el sistema detecte y comience la cuenta de tiempo de espera y la habilitación de una señal de salida para la ventilación forzada (ventiladores eléctricos o ventanas motorizadas).

Durante este conteo se hace enfriar el sensor del termostato (simulando ventilación forzada) tratando de hacer bajar la temperatura al valor programado. Si esto sucede el sistema suspende el conteo y permanece estático. Pero si se deja que el conteo llegue a cero, ha de verificarse que la señal de salida que habilita el aire acondicionado este presente.

- d) **Bloque de control para llamadas telefónicas:** La prueba realizada sobre este bloque consiste en hacer llamadas a operadoras distintas y verificar que el monto de consumo actual sea correcto y corresponda al costo del impulso especificado para la operadora. Con el sistema activado se debe descolgar el teléfono y realizar una llamada a una operadora telefónica. Después de algunos segundos se cuelga el teléfono, y ha de verificarse que en ese momento el monto mostrado de consumo actual aumente. Realizado esto se debe buscar el registro de las llamadas realizadas para verificar los datos reales generados en las llamadas de prueba. Para ello ha de consultarse los reportes de llamadas salientes. Donde debe aparecer las llamadas realizadas su tiempo de duración y el monto respectivo del costo.

2.5 PASOS PARA EL MANEJO DE LA INTERFAZ ELECTRÓNICA Y LOS MÓDULOS DE CONTROL

Inicialmente se determina las entradas y salidas que se va a manejar. En función de esto se escoge la tarjeta que satisfaga estos requisitos. Se monta todas las conexiones necesarias para su correcto funcionamiento. Para este momento el programa de gestión ha de estar funcionando al menos en la parte de enviar y recibir datos del puerto USB.

Las señales que salen del puerto USB no pueden ser manejadas directamente, para ello hace falta una tarjeta que gestione la comunicación, el circuito que se encarga de esto es NI-6008. Y forma un bloque único de comunicaciones. Se debe analizar que entradas y que salidas han de habilitarse y cuando. Todo esto en función del programa de gestión. Se hacen pruebas preliminares en cuanto a la activación de

algunas entradas en la NI-6008 de tal manera que el programa de gestión domótica se entere de cual entrada ha sido activado y en que secuencia. Pasadas estas pruebas se edita un programa LabView de uso general que permita que el NI-6008 pueda recibir señales de entrada y al mismo tiempo que pueda mostrar algún dato enviado desde el puerto USB por el programa de gestión.

Todas las pruebas se realizan en función del número de dispositivos de control que se necesiten para el sistema domótico (para la maqueta de pruebas el número de dispositivos es reducida). Una vez que el programa LabView es cargado para el diseño del sistema, y luego de con exactitud las entradas y salidas requeridas, se dibuja un esquema de las conexiones con sus periféricos. Se aprovecha el montaje ya hecho en el *protoboard* (tabla de conexiones). Después se pasa el dibujo a un programa editor de esquemas electrónicos [*Proteus 7.5 (2009)*], para su correcto conexionado y claridad del esquema. Con este esquema editado es posible llevar este diagrama a una empresa que se encargue de fabricar el circuito impreso sobre una base de baquelita (material aislante para circuitos electrónicos).

Debido a los elevados costos para fabricar las tarjetas de circuito impreso se opta por trazar las pistas de conexión en forma manual sobre la baquelita. Este proceso implica realizar un ataque químico sobre la baquelita (para eliminar el cobre sobrante) utilizando percloruro de hierro. Para todo este proceso ya se contaba con todos los materiales y herramientas necesarias. Con la tarjeta ya lista para recibir los componentes, se procede a perforar los puntos de conexión de cada elemento que va sobre la tarjeta de circuito impreso. Se montan los componentes y se sueldan en cada punto. Para el resto de los módulos de control se procede de forma similar. Pero por su tamaño y diseño son más fáciles de construir.

La implementación de un Sistema Integral de Control Automatizado para el Escuadrón de Mantenimiento de la Defensa Aérea, mejorará, el proceso de Administración y Monitoreo del Sistema Eléctrico, Teléfono y Agua. Por medio de este sistema automatizado confiable ayudara a controlar el excesivo consumo de los servicios básicos y a la vez disminuir los costos de los servicios básicos.

CAPITULO III
PROPUESTA

3 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución obtenida se describe y desglosa en dos partes principales; *hardware* y *software*. Se explica y detalla las facilidades y restricciones que puedan tener y sus implicaciones sobre el sistema domótico.

3.1 LA SOLUCIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL *HARDWARE*

La solución desarrolla cuatro elementos de hardware principales:

- (a) Tarjeta de interfaz NI-6008.
- (b) Módulo de control para “Llaves de agua”.
- (c) Módulo de control para las “Luces”
- (d) Módulo de control para el “teléfono”

3.1.1 Tarjeta de Interfaz NI-6008

Esta parte del hardware tiene como función servir de intermediario entre todos los módulos instalados en el sistema y el computador. La tarjeta de interfaz y el computador como un todo forma el llamado “centro de gestión para el sistema domótico”.

La tarjeta de interfaz esta pendiente en todo instante de tiempo (realmente cada segundo) de los posibles cambios en sus entradas. Cuando sucede un cambio en algunas de las entradas lo comunica a la aplicación que corre en el computador. La aplicación al igual que la tarjeta de interfaz también esta pendiente de los posibles cambios que se originan en el puerto USB (Universal Serial Bus). Por lo que en cada instante monitorea algún cambio (recepción de datos).

El sistema domótico de acuerdo a su tipología y funciones implementadas no requiere una comunicación con velocidad de transmisión elevada. Por lo que se decide configurar la velocidad de transmisión de la tarjeta de interfaz a 9600 bps. (bit por segundo). Esta velocidad permite obtener un intercambio de datos, entre la tarjeta y el computador, lo suficientemente instantánea para el monitoreo de una gran cantidad de entradas al mismo tiempo, sin desmedro en las respuestas oportunas que pueda dar el sistema, hacia los módulos conectados en un determinado momento.

La tarjeta NI-6008 permite demostrar la capacidad de control y automatización que puede lograrse utilizando para ello el puerto USB (Universal Serial Bus) del computador. También permite buscar alternativas más económicas (de hecho los módulos lo son) y sencillas que no dependan de tecnologías complejas que no existen en el país.

La tarjeta de interfaz solo intercambia datos con el software de manera exclusiva para ella. Pero puede trabajar con cualquier dispositivo que pueda generar señales de entradas validas (+5VDC o 0V). Esto quiere decir que es posible sustituir los módulos diseñados, por otros que cumplan al menos con los requisitos mínimos de señal validos para la tarjeta.

En la misma tarjeta de interfaz esta el circuito que detecta los números telefónicos marcados. El circuito monitorea constantemente la línea telefónica y detecta (de acuerdo a los tonos de cada número marcado) la marcación de cada número, el cual transforma en su equivalente digital que es procesado por la tarjeta de interfaz y enviado a la aplicación del sistema domótico.

3.1.2 Módulo de control para “Llaves de Agua”

El objetivo del módulo de control es evitar que el agua se derrame cuando la llave se deja abierta. Para poder hacer esto el módulo debe detectar cuando la llave esta

abierta, esto supone un elemento que cense el flujo de agua cuando esta sale. El elemento debe ser tal que permita su inclusión de manera natural en la tubería del agua y que sea económico. Con estos requisitos se logra identificar un elemento conocido como *sensor de flujo*, el cual detecta el paso de un líquido a través de una tubería. Este sensor se intercala en la tubería donde se quiere detectar el flujo de líquido, y actúa cuando la presión del líquido es tal que deflexiona unos contactos flexibles que cierran un contacto eléctrico.

Con el primer elemento identificado se busca ahora la manera de cortar el agua, la alternativa inmediata es la incorporación de una electroválvula de 120 VAC. La elección de una electroválvula que trabaja con la tensión señalada es la de simplificar la cantidad de cables del sistema domótico, aprovechando la acometida eléctrica convencional (120VAC) presente en la vivienda. Finalmente se requiere un elemento que energice la electroválvula y que sea controlado por la tarjeta de interfaz. Este dispositivo es un relé, cuya tensión de trabajo sea de +5VDC lo que simplifica el cableado requerido para el sistema. Ya que sólo se utiliza un voltaje tanto para la tarjeta del módulo como para el relé.

Con los tres elementos identificados; sensor, electroválvula y relé se completa el conjunto mínimo de elementos que le dan forma definitiva al módulo de control de agua. Al módulo solo le llega un voltaje de +5VDC y una referencia a tierra con las cuales trabaja el relé y el sensor de flujo. De esta forma el módulo entrega una señal lógica de +5VDC (uno lógico) para la condición de apertura de la llave y una señal lógica de 0V (cero lógico) para la condición de llave cerrada. La activación del relé que energiza la electroválvula se logra con una señal de cero lógico (0V) proveniente de la tarjeta de interfaz.

El detalle pendiente es como hacer que la electroválvula se desactive después del cierre. Ya que el sistema domótico la cierra por tiempo indefinido después de que el tiempo programado se hace cero. Este problema se resuelve colocando un simple pulsador que envíe una señal al menos de un segundo (manteniéndolo

presionado) a la interfaz de control para que desactive la electroválvula y comience de nuevo la cuenta regresiva.

La posibilidad cierta de utilizar otro dispositivo como reemplazo al módulo de control de agua es posible si la condición de señal a la salida y la señal de entrada se ajustan a las señales que maneja la interfaz electrónica (+5VDC y 0V).

3.1.3 Módulo de control para las “Luces”

Con este módulo se busca poder detectar el encendido de luminarias del recinto para desconectarla un lapso de tiempo después. El elemento sensor encargado de detectar que el bombillo o lámpara está encendida es el propio interruptor del bombillo, que es accionado por el propio usuario.

Este módulo monitorea constantemente la posición del interruptor de tal forma que al estar abierto, alimenta con un voltaje (el mismo que alimenta el bombillo) a la tarjeta del módulo, la cual genera una señal (0 lógico: 0V) a la interfaz electrónica. Al cerrar el interruptor el voltaje de alimentación se hace cero, lo que origina otra condición de señal (1 lógico:+5VDC) que interpreta la tarjeta de interfaz electrónica como la activación del bombillo. En esta condición el conteo regresivo se inicia desde su valor máximo hasta su valor mínimo de cero. Si durante esta condición la luz es apagada, el sistema vuelve a su condición original (conteo suspendido). Si el conteo llega a cero el sistema apaga la luz por tiempo indefinido. Hasta que el botón *reset* sea presionado, lo cual hace que se genere una señal lógica de +5VDC, que hace que el sistema vuelva a su condición inicial (reinicio del conteo).

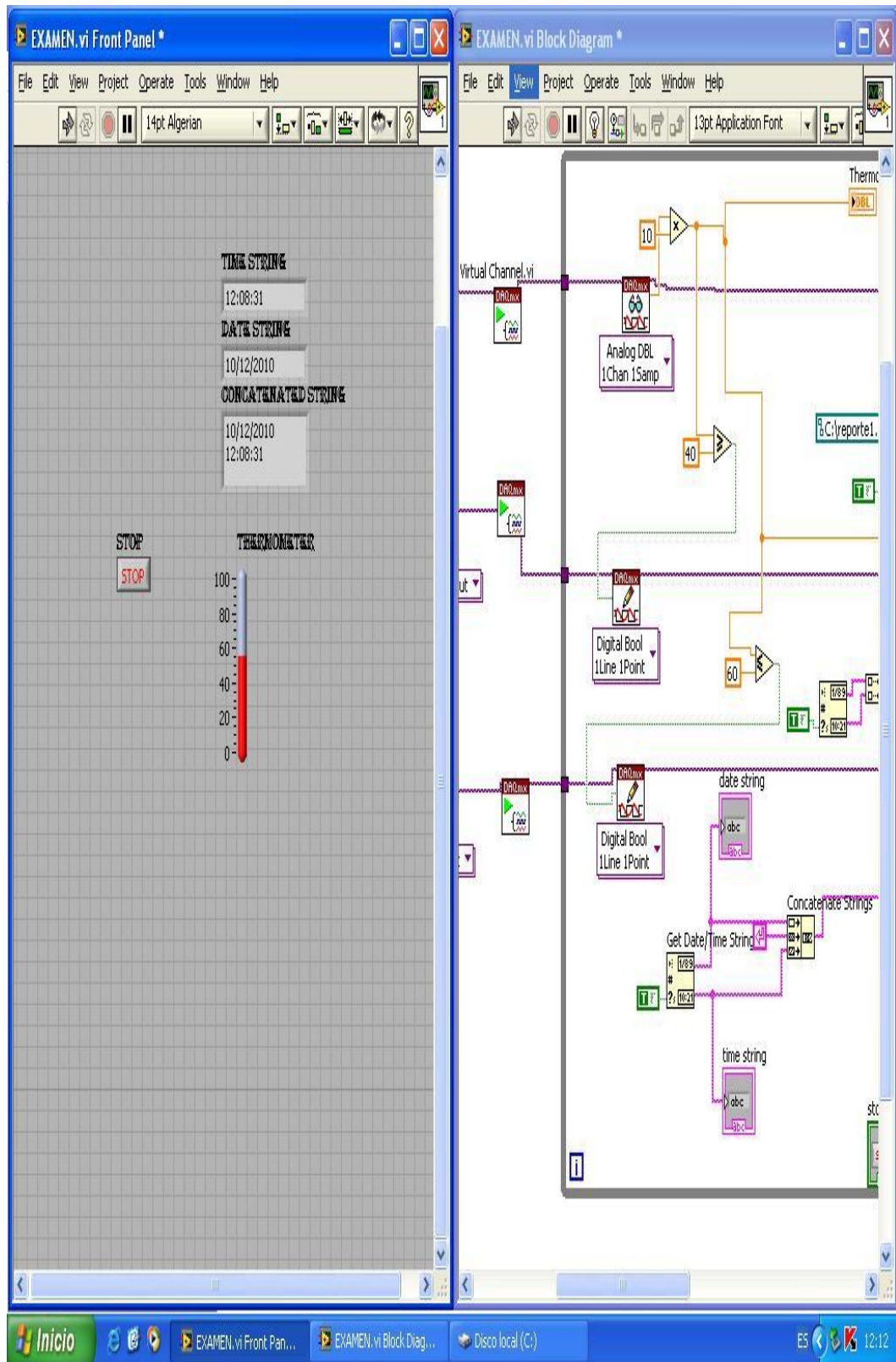
La única restricción que se presenta en la condición de luz apagada, es que el botón de reset (pulsador) sea activado con el interruptor del bombillo en condición de cerrado. De lo contrario no se genera la señal de reset.

3.2 LA SOLUCIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL *SOFTWARE*

La construcción del propio *hardware* de los diferentes módulos destinados a la comunicación con la NI- 6008 tarjeta de adquisición de datos (tarjeta de interfaz) y los elementos actuadores (módulos de control) para el sistema domótico planteado, obliga a buscar una solución particular para el *software* de control que el sistema debe manejar.

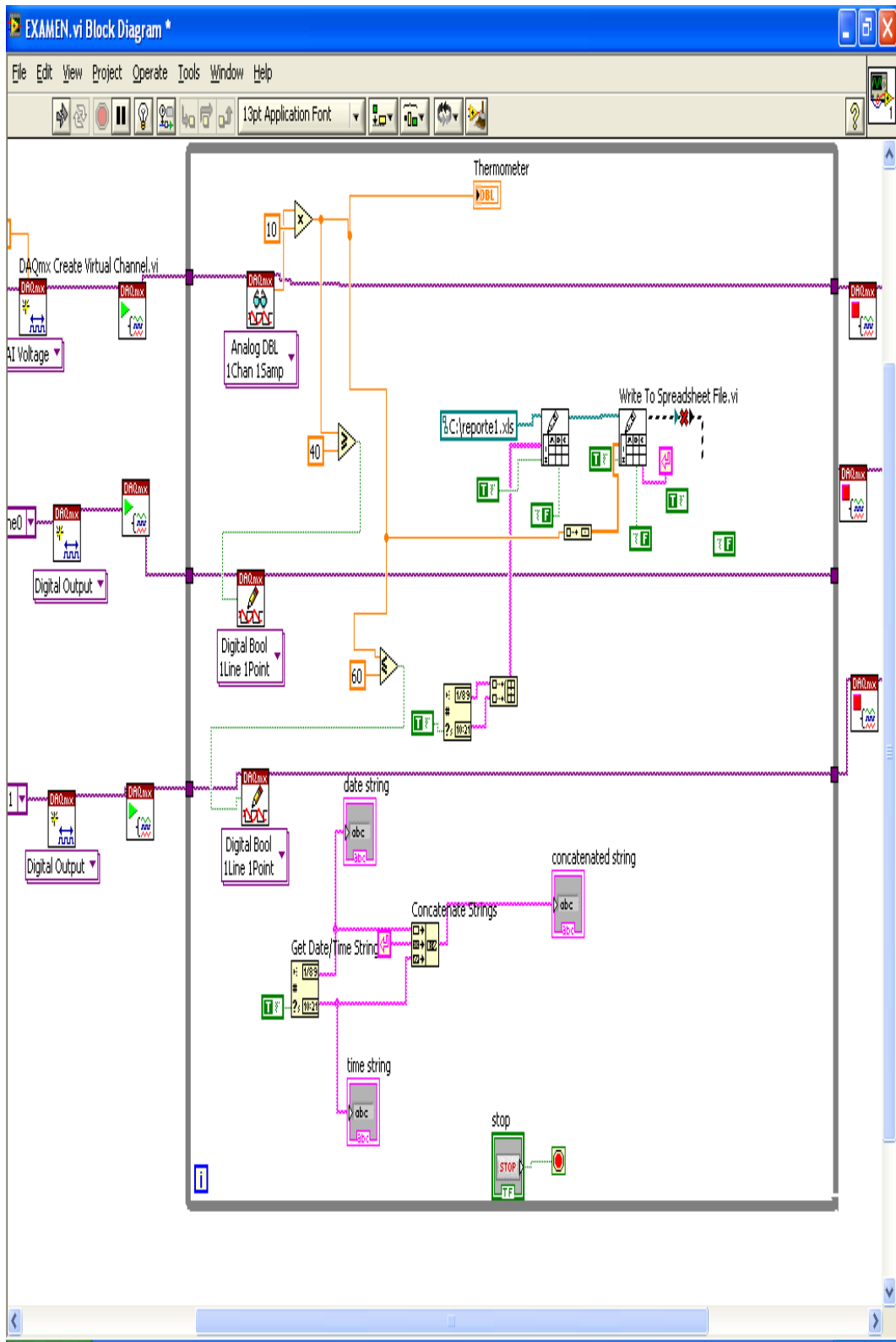
El programa de gestión y control domótico esta dividido en cuatro bloques bien diferenciados, que se pueden apreciar si se observa la interfaz de usuario directamente en la pantalla (ver figura 3.1).

FIGURA 3.1. VISTA FRONTAL Y DIAGRAMA DE BLOQUES VIRTUAL



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 3.2: DIAGRAMA DE BLOQUE Y CONEXIÓN VIRTUAL

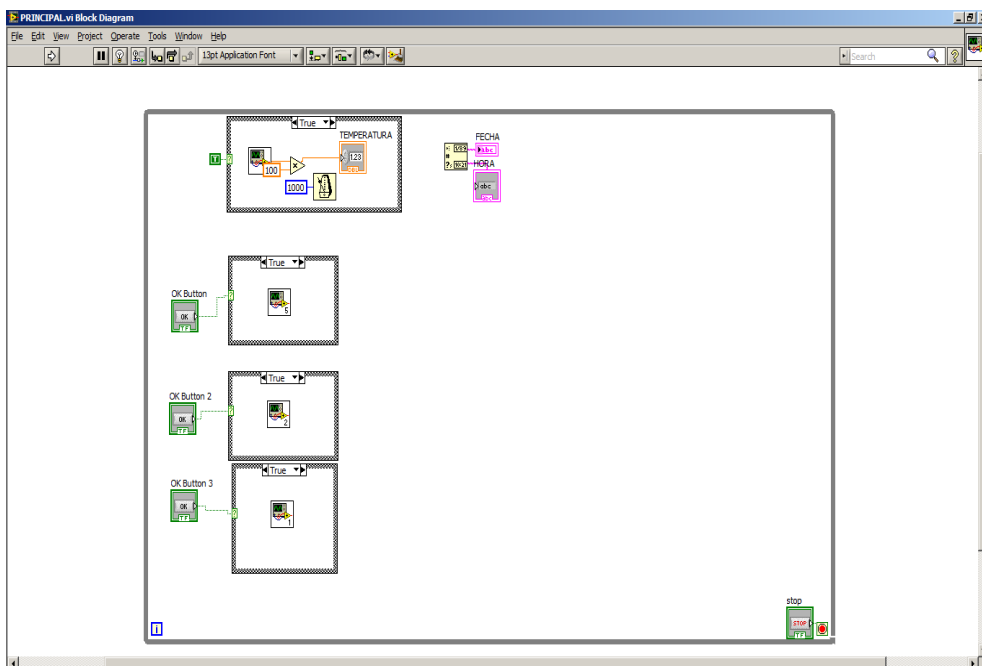


REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 3.3: BARRA DE MENÚ Y CONTROL DE LOS SERVICIOS BÁSICOS.



FIGURA 3.4: DIAGRAMAS DE MONITOREO Y CONTROL DE LOS SERVICIOS BÁSICOS.



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 3.5: VISTA FRONTAL DE LAS LLAVES DE AGUA.

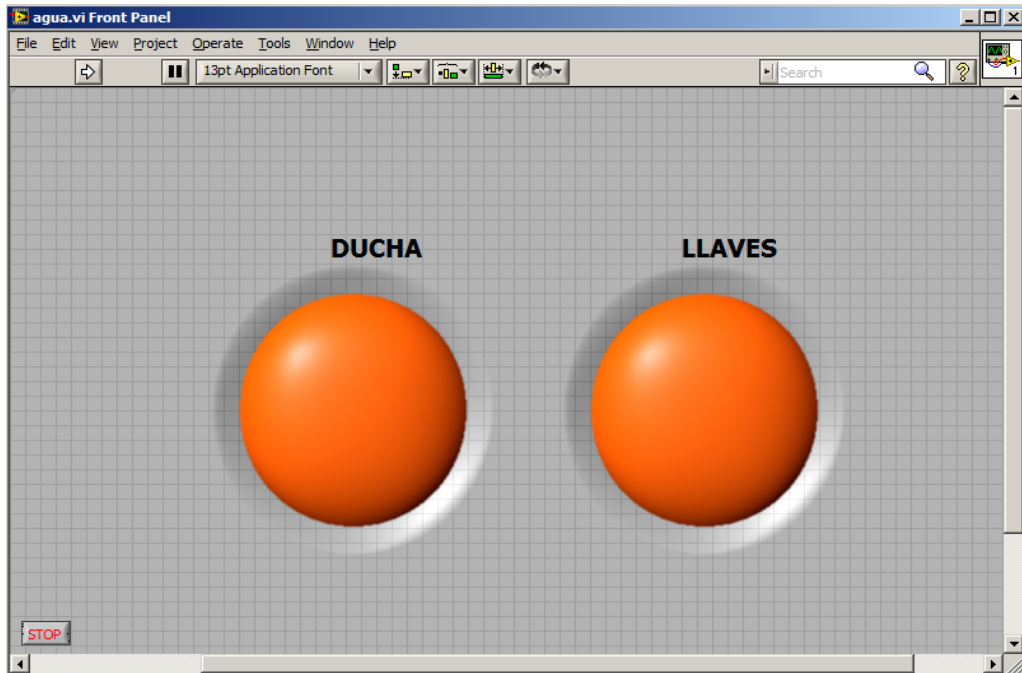
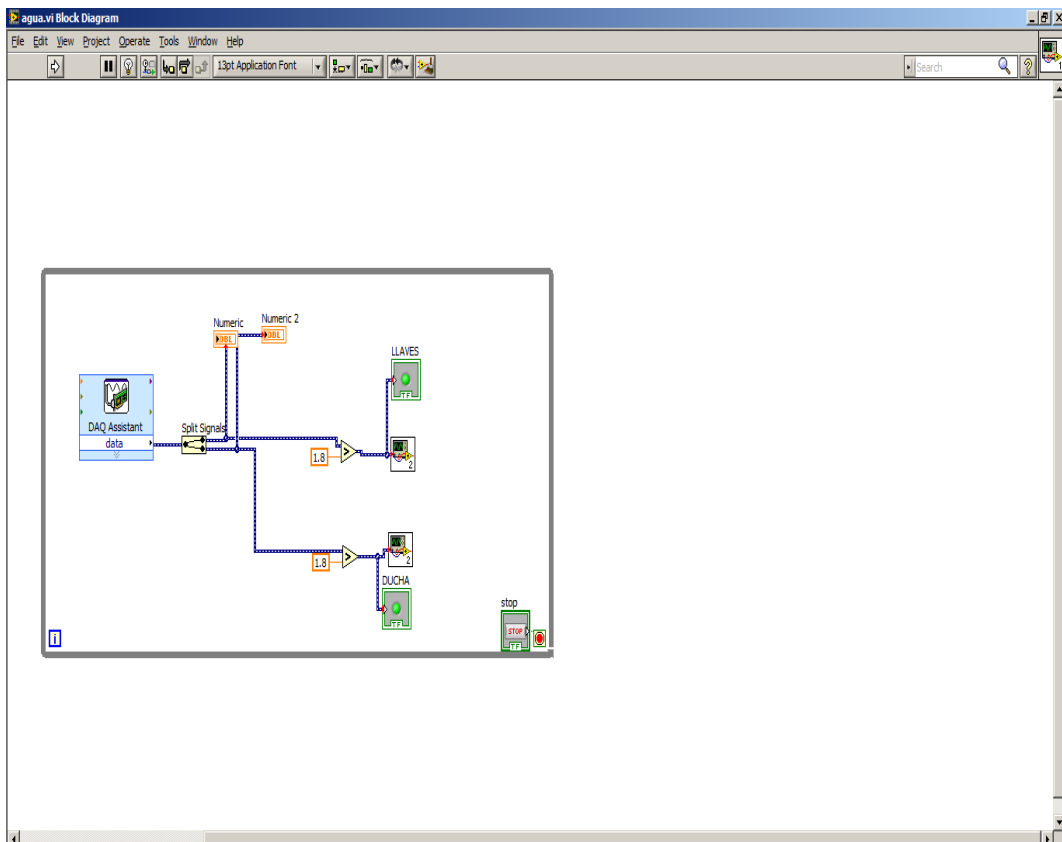


FIGURA 3.6: DIAGRAMA DE BLOQUE DE LAS LLAVES DE AGUA.



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 3.7: VISTA FRONTAL DEL MODULO DEL TELÉFONO.

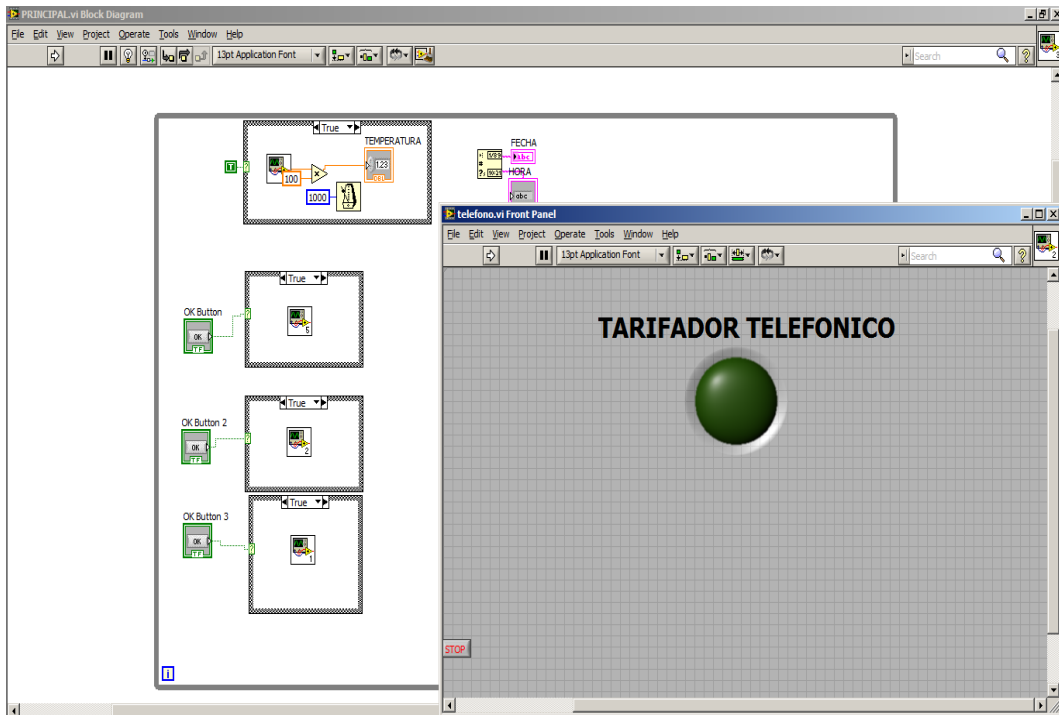
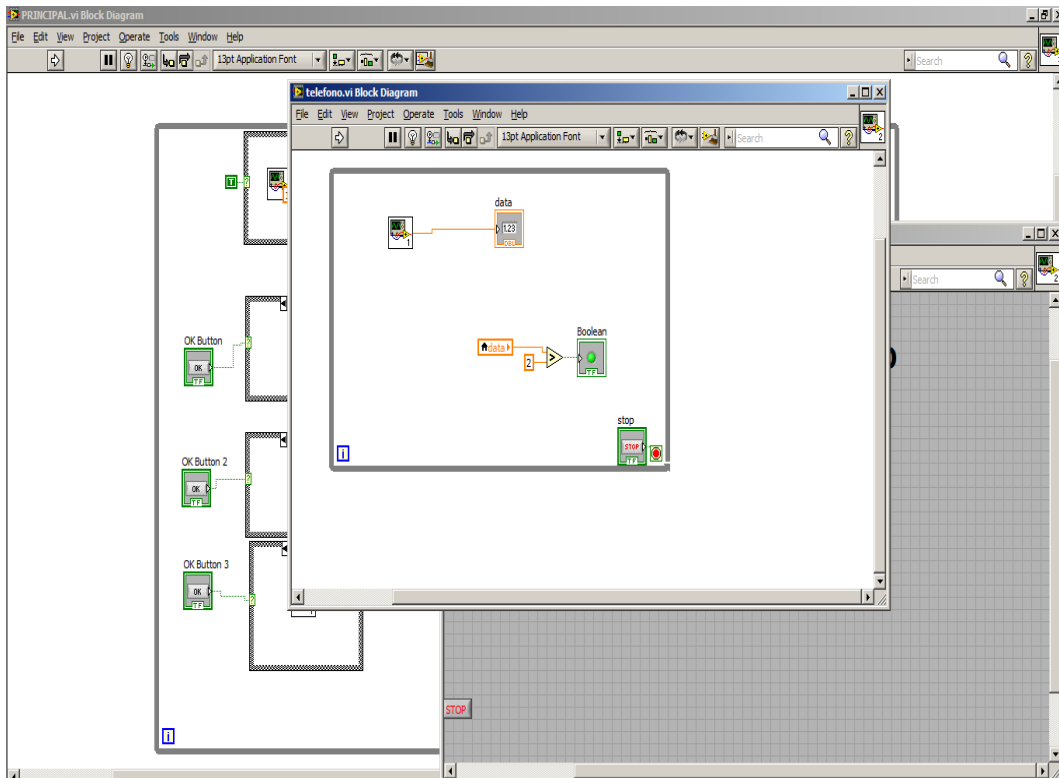


FIGURA 3.8: DIAGRAMA DE BLOQUE DEL TELÉFONO.



REALIZADO POR: POSTULANTES

FIGURA 3.9: VISTA FRONTAL DE LAS LÁMPARAS DE ILUMINACIÓN.

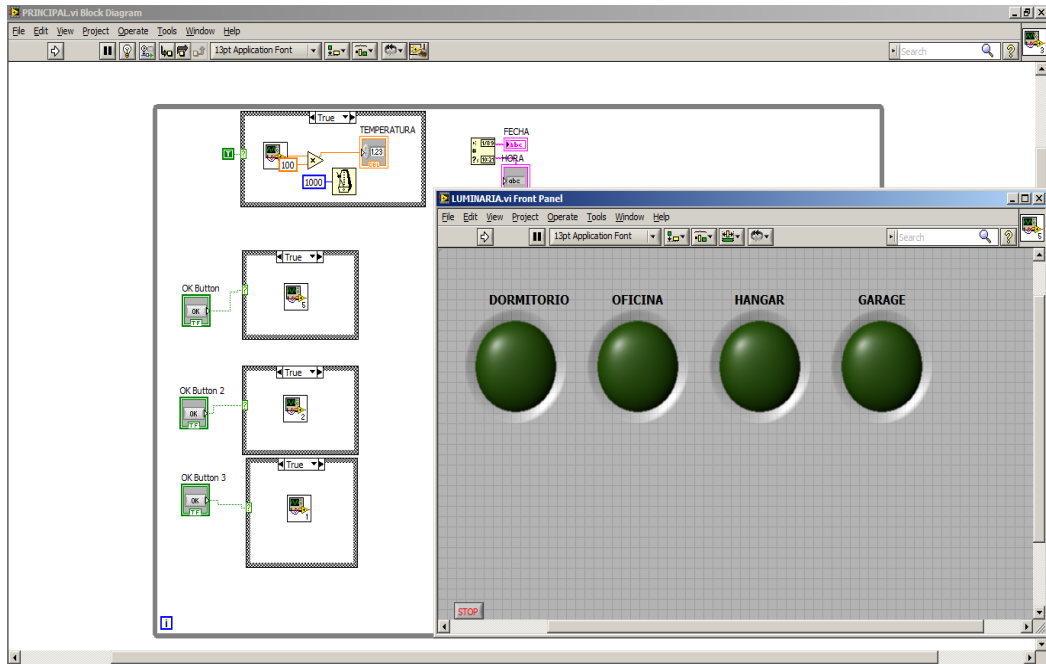
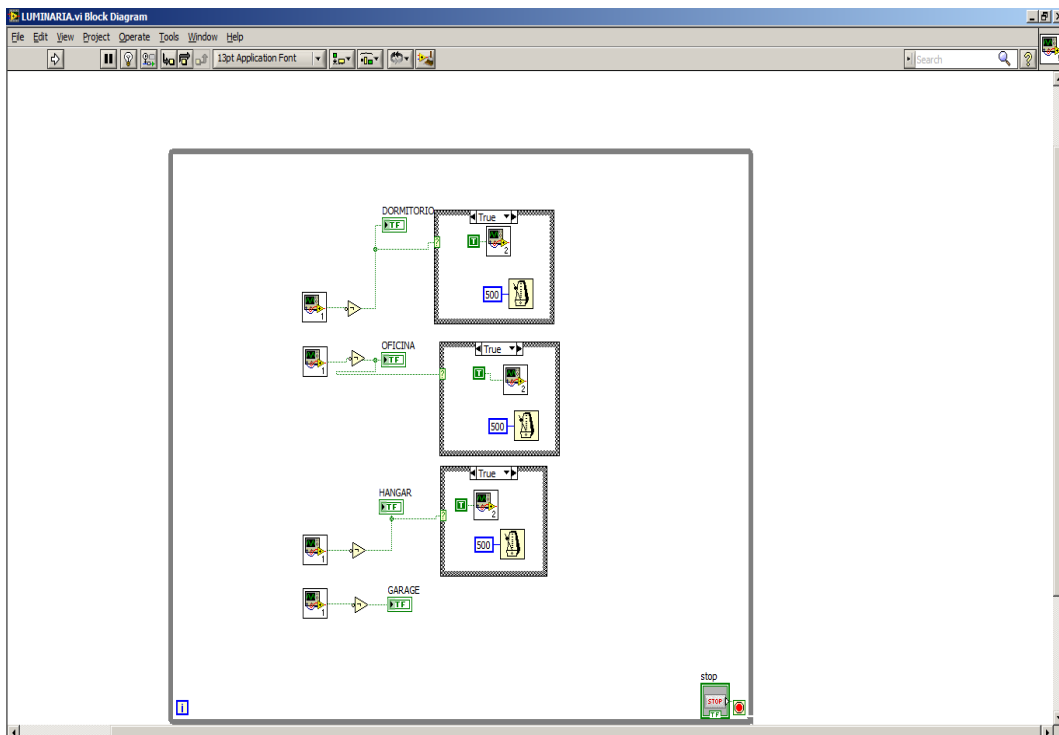


FIGURA 3.10: DIAGRAMA DE BLOQUE DE LAS LÁMPARAS DE ILUMINACIÓN.



REALIZADO POR: POSTULANTES

Estos bloques cumplen funciones diferentes dentro del sistema domótico y son los siguientes:

- (a) Bloque de control de [Luces]
- (b) Bloque de control [Llaves de Agua]
- (c) Bloque monitor de consumo telefónico
- (d) Bloque monitor de temperatura.

La idea básica de la interfaz de usuario es comunicar de manera directa el estado de las variables controladas. Ya sea con la indicación visual de un número o la presencia de un color determinado. Este último aspecto predominó en la interfaz.

A continuación se describe cada bloque de la interfaz de usuario:

3.2.1 Bloque de control de “Luces”

Este bloque tiene como función básica asignar los lapsos tiempos durante los cuales las luces bajo control permanecen encendidas. Los valores posibles considerados en el diseño son de 000 a 9999 segundos (hasta 2.7 horas). Cada valor puede ser asignado seleccionando el recinto deseado e ingresando el tiempo de control.

La selección del recinto se hace de una lista que esta a disposición del usuario con solo hacer un clic. Esta lista muestra el total de recintos susceptibles al control por parte del sistema. Su número depende de las características disponibles en la tarjeta de interfaz, en cuanto al total de entradas y salidas que puede manejar.

Cada valor de tiempo ingresado aparece en la etiqueta correspondiente al número del recinto seleccionado. De esta forma, si se selecciona el recinto (de la lista) ubicado en la posición cinco (5) y se ingresa el tiempo, la etiqueta que corresponde al recinto número cinco es la que recibe el nuevo valor de tiempo.

Junto al valor de tiempo ingresado para un recinto dado, se encuentra una etiqueta de color verde (rectángulo) que señala el estatus de la variable controlada.

Una vez que una luz es encendida el sistema detecta tal condición, iniciando la cuenta regresiva a partir del valor de tiempo ingresado. En esta condición la etiqueta de estatus permanece de color verde. Finalizada la cuenta a cero, la etiqueta de estatus cambia a color rojo y al mismo tiempo la luz del recinto es desactivada por tiempo indefinido, hasta que el usuario presione el botón *reset*. Si durante la cuenta regresiva la luz es apagada, el sistema regresa a su estado original. El botón *reset* permite que el sistema domótico reanude la condición de cuenta regresiva con la luz encendida.

El bloque de control para [Luces] permite programar simultáneamente todos los recintos disponibles en el listado y con tiempos distintos. El sistema domótico monitorea en cada momento las condiciones de activación / desactivación de cada luz controlada, actuando inmediatamente ante cualquier cambio que ocurra.

Bloque de control [Llaves de Agua]

La misma descripción hecha para el control de Luces se aplica a este bloque.

3.2.2 Bloque monitor de consumo telefónico

Este bloque tiene como función básica conocer en todo momento el estado del consumo actual de las llamadas salientes realizadas desde la línea monitoreada por el sistema domótico. La tarjeta de interfaz puede manejar (para el diseño implementado para el proyecto) una sola línea telefónica residencial convencional de cable.

El monto que se muestra en la etiqueta de consumo actual se actualiza inmediatamente después de colgar el auricular del teléfono. Cuando ocurre que el monto actual consumido supera el monto máximo de consumo (tope) el sistema

domótico evita las llamadas salientes (desconectando la línea durante 10 segundos) y el color de fondo de la etiqueta de “consumo actual” cambia de color blanco a color rojo, indicando la condición de consumo excesivo.

3.2.3 Bloque monitor de temperatura

La función básica de este bloque dentro del sistema domótico es el ahorro energético que se logra si el aire acondicionado entra en funcionamiento solo bajo condiciones extremas de temperatura (mucho frío). La alternativa de ahorro que el sistema domótico ofrece es la ventilación forzada, ya sea por ventilación natural (ventanas motorizadas) o el uso del ventilador eléctrico (o extractores).

Este bloque depende de un termostato que vigila la temperatura del recinto escogido. El termostato se ajusta a una valor deseado (grados celsius), de tal forma de que si la temperatura del recinto sobrepasa el valor fijado, se cierra un contacto eléctrico que envía una señal a la tarjeta de interfaz NI-6008.

En condiciones normales de temperatura para el recinto escogido, la etiqueta “NORMAL” aparece en color verde. Una vez ingresado el “tiempo de espera”, el sistema espera el aumento de la temperatura. Cuando este evento sucede la etiqueta “NORMAL” cambia alternativamente de color verde a color rojo, al mismo tiempo la cuenta regresiva se activa. Finalizada la cuenta regresiva, aún con la temperatura elevada, el sistema activa el aire acondicionado. La activación del aire se hace evidente con el cambio de color de la etiqueta de estatus (para el aire acondicionado) que pasa de color gris oscuro a color verde. El usuario tiene la opción de desconectar el aire con el botón apagar, sin importar la temperatura del recinto.

3.3 FACILIDADES VINCULADAS A LAS VARIABLES CONTROLADAS (BARRA DE MENÚ)

La barra de menú proporciona la extensión de la funcionalidad propia del sistema domótico. Como por ejemplo configurar el puerto USB con el cual el sistema domótico mantiene comunicación. Activar una nueva operadora telefónica junto al costo del impulso. Programar un tope de consumo máximo para el teléfono. Obtener un reporte de las llamadas realizadas. Eliminar registros antiguos de las llamadas realizadas. Cambiar la clave de administrador para el acceso a modificaciones.

3.3.1 IMPACTO DE LA SOLUCIÓN

El impacto de la solución desarrollada se enfoca en tres dimensiones bien específicas:

- (a) Impacto social.
- (b) Impacto sobre la edificación.
- (c) Impacto económico.

3.3.2 IMPACTO SOCIAL

El área de estudio del EMDA como un todo organizado se alimenta en cierto sentido por la tecnología que en su seno se desarrolla. La tecnología proporciona un dominio sobre el medio donde reside la sociedad, permitiendo que la misma obtenga ventajas y condiciones óptimas para su desarrollo.

El sistema domótico tomado como solución engloba dos aspectos críticos para la sociedad actual. Uno de ellos de características particulares, muy enfocado son los *gastos en servicios básicos*. El otro de crucial importancia para todas las sociedades del mundo: *el ahorro de energía*.

El sistema domótico sugerido como solución no pretende en ningún sentido ser la panacea de las soluciones existentes. Pero si se confía que su efectividad técnica junto a un nivel de conciencia alto (referente al ahorro energético) por parte del usuario final permite que los objetivos concebidos en su diseño se cumplan a cabalidad. Porque no importa si se tiene el mejor de todos los sistemas domóticos del mundo, pero para un usuario ajeno a las prestaciones del mismo y sin una conciencia real de la problemática de energía que se avecina en el futuro, los esfuerzos que se pueden hacer quedarán como simples palabras en el aire.

3.3.3 IMPACTO SOBRE EL ESCUADRON

Para el sistema domótico particular sugerido como solución el impacto más importante recae sobre el ahorro en gastos que pueden darse, en los servicios básicos de electricidad, agua y teléfono. Ahorro de dinero que podrá ser destinado a otras actividades importantes.

Otro cambio que puede impactar, es la instalación del sistema domótico con todos sus equipos y cables en el interior de las instalaciones. Para el caso particular del sistema sugerido el impacto es mínimo. Debido a que los módulos de control se pueden empotrar en los mismos cajetines utilizados por el sistema convencional del cableado de la edificación. Igual sucede con el cableado del sistema domótico, que se puede instalar en las tuberías eléctricas ya existentes.

3.3.4 IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico se analiza desde el punto de vista del ahorro resultante probable, que puede acarrear el sistema *domótico* una vez instalado.

La lista de especificación de equipos y materiales necesarios para ejecutar el presente proyecto y con las cantidades requeridas, se ha obtenido finalmente un presupuesto estimativo del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS

CANT.	DESCRIPCIÓN	V.UNIT	V.TOTAL
40	Sensores de movimiento	18	720
4	Electroválvulas	20	80
3	Fuente de poder	25	75
1	Tarjeta DAQ 6008 y software.	350	350
1	Computador	800	800
1	Tarjeta telefónica	50	50

TOTAL: \$ 2075

REALIZADO POR: POSTULANTES

3.3.4.1 Ahorro Probable En El Servicio Eléctrico

Para este análisis se toma una muestra de elementos, que para el caso eléctrico son las lámparas (bombillos) que permanecen encendidos de manera inadecuada (sin presencia de personas).

El escuadrón posee vivienda los cuales son dormitorios, consta como promedio de dieciséis habitaciones, cuatro baños múltiples, una sala star, un jardín y garaje.

Para cada recinto se asume un horario probable donde la luz de techo es encendida.

(a) Habitaciones: Este recinto en un espacio donde generalmente las personas duermen por largos periodos de tiempo (noche) o descansan brevemente para continuar con las jornadas regulares de su trabajo.

TABLA 3.2. HORARIOS DE ENCENDIDO LUCES.

Horarios de encendido	Descripción de actividades
5:00 a.m	La persona se levanta, desayuna se baña y viste
12:00 p.m.	La persona se baña, almuerza, descansa o cambia de ropa
1:00 p.m	Las personas regresan a su lugar de trabajo
6 p.m	La persona se baña, descansa y cambia de ropa
10 p.m.	La persona se baña, cambia de ropa y duerme hasta el otro día.

REALIZADO POR: POSTULANTES

Si se asume una luminaria de 60 vatios para el cálculo del costo y un porcentaje de encendido (inadecuado) del 75%, que abarca el horario de 5:00am-12:00pm y 1:00 pm a 6pm. En estos horarios existe mayor probabilidad de dejar la luz encendida al salir de la habitación. Ya sea por salir deprisa al lugar de trabajo o por olvido involuntario.

Si se toma el costo promedio del kilovatio x hora (1Kwh) de 0,12 centavos de dólar (tarifa industrial) un bombillo de 100 vatios encendido consume:

De 5:00 a.m. -12:00 p.m. (7horas)-----100w * 7h=700wh

De 1:00 p.m. - 6 p.m. (5horas)-----100w*5h=500wh

Por lo tanto se tiene un consumo total de 1200 wh esto es 1.2 Kwh.*
 $0.12\text{ctvs}=0.144\text{ctvs}$. Se tiene un consumo total para los dieciséis bombillos de las habitaciones de $0.144\text{ctvs} * 16(\text{unidades}) = 2.30\text{ dólares}$. (Costo sin el sistema domótico)

Ahora si el sistema domótico actúa y se programa para que las luces se apaguen cinco minutos después de ser encendidas, el costo es el siguiente:

De 7 a.m. – 12 p.m. -----5 minutos = $5/60 \rightarrow 0.083\text{ h} * 100\text{w} = 8.33\text{ wh}$

De 1 p.m. – 6 p.m. -----5 minutos = $5/60 \rightarrow 0.083\text{ h} * 100\text{ w} = 8.33\text{ wh}$

Por lo tanto se tiene un consumo total de 16.66 wh esto es $0.01666 \text{ Kwh} * 0.12 \text{ ctvs.} = 0.00199 \text{ ctvs.}$ Por lo que el costo para dieciséis habitaciones es $0.00199 * 16 = 0.032 \text{ ctvs.}$

De la misma manera se tiene un probable encendido de luces de techo y equipos de trabajo tanto en los hangares, laboratorio electrónico y sistema informático de las oficinas.

(b) Oficinas y Hangares: es el lugar donde se realizan los trabajos diarios.

TABLA 3.3. HORARIO PROBABLE DE ENCENDIDO DE ENCENDIDO DE LUCES

Horario de encendido	Descripción de actividades
7 a.m.	Las personas ingresan a sus trabajos
12:00 p.m	Las personas salen de sus lugares de trabajo
1:00 p.m.	Las personas regresan a su lugar de trabajo
4 p.m.	Las personas salen de sus lugares de trabajo

REALIZADO POR: POSTULANTES

Si se asume el consumo de las lámparas fluorescentes de las oficinas de 80 vatios (40w c/u) para el cálculo del costo y un porcentaje de encendido (inadecuado) del 75%, que abarca el horario de 12:00p.m.-13:00p.m. y 4:00 p.m. a 7 a.m. En estos horarios existe mayor probabilidad de dejar la luz encendida al salir de las oficinas. Ya sea por salir deprisa al lugar de trabajo o por olvido involuntario.

Si se toma el costo promedio del kilovatio x hora (1Kwh) de 0,12 centavos de dólar (tarifa industrial) una lámpara fluorescente de las oficinas de 80 vatios (40w c/u) encendido consume:

De 12:00 p.m. –13:00 p.m. (1 horas)----- $80\text{w} * 1\text{h}=80\text{wh}$

De 4:00 p.m. – 7 a.m. (15 horas)----- $80\text{w} * 15\text{h}=1200\text{wh}$

Por lo tanto se tiene un consumo total de 1280 wh esto es 1.28 Kwh.*
 $0.12\text{ctvs}=0.1536\text{ ctvs}$. Se tiene un consumo total para los catorce lámparas
fluorescentes de $0.1536\text{ ctvs} * 14(02\text{ fluorescentes de } 40\text{ w c/u}) = 2.15\text{ dólares}$.
(Costo sin el sistema domótico)

Ahora si el sistema domótico actúa y se programa para que las luces se apaguen
luego de las labores diarias, el costo es el siguiente:

De 12 p.m. – 13 p.m. -----5 minutos = $5/60 \rightarrow 0.083\text{ h} * 80\text{w} = 6.64\text{wh}$

De 4 p.m. – 7 a.m. ----- 5 minutos = $5/60 \rightarrow 0.083\text{ h} * 80\text{ w} = 6.64\text{ wh}$

Por lo tanto se tiene un consumo total de 13.28 wh esto es $0.001328\text{Kwh} * 0.12$
 $\text{ctvs.} = 0.0016\text{ctvs}$. Por lo que el costo para catorce lámparas fluorescentes de las
oficinas es $0.0016 * 14 = 0.022\text{ ctvs}$.

HANGARES

Si se asume el consumo de lámparas de sodio de los hangares de 500 vatios para
el cálculo del costo y un porcentaje de encendido (inadecuado) del 75%, que
abarca el horario de 12:00p.m.-13:00p.m. y 4:00 p.m. a 7 a.m. En estos horarios
existe mayor probabilidad de dejar la luz encendida al salir. Ya sea por salir
deprisa del lugar de trabajo o por olvido involuntario.

(a) Si se toma el costo promedio del kilovatio hora (1Kwh) de 0,12 centavos de
dólar (tarifa industrial) un bombillo de 500 vatios encendido consume:

De 12:00 p.m. –13:00 p.m. (1 horas)----- $500\text{w} * 1\text{h}=500\text{wh}$

De 4:00 p.m. – 7:00 a.m. (15 horas)----- $500\text{w} * 15\text{h}=7500\text{wh}$

Por lo tanto se tiene un consumo total de 8000 wh esto es 8 Kwh.* $0.12\text{ctvs} =$
 0.96 ctvs . Se tiene un consumo total para once reflectores del EMDA de 0.96 ctvs
 $* 11(\text{unidades}) = 10.56\text{ dólares}$. (Costo sin el sistema domótico)

Ahora si el sistema domótico actúa y se programa para que las luces se apaguen luego de las labores diarias, el costo es el siguiente:

$$\text{De 12 p.m. - 13 p.m. -----5 minutos} = 5/60 \rightarrow 0.083 \text{ h} * 500\text{w} = 41.66\text{wh}$$

$$\text{De 4 p.m. - 7 a.m. ----- 5 minutos} = 5/60 \rightarrow 0.083 \text{ h} * 500 \text{ w} = 41.66 \text{ wh}$$

Por lo tanto se tiene un consumo total de 83.32 wh esto es $0.08332 \text{ Kwh} * 0.12 \text{ ctvs} = 0.0099 \text{ ctvs}$. Por lo que el costo para 11 reflectores es $0.0099 * 11 = 0.11 \text{ ctvs}$.

(b) Jardín y patio trasero

Estos dos espacios cuentan con luz natural en los horarios comprendidos entre las 7 a.m. y 6 p.m. (11 horas con luces apagadas) Por lo que hay trece horas de funcionamiento continuo, como promedio. (6 p.m. - 7 a.m.)

Si se usa reflectores de 150 w, se tiene un gasto de: $150\text{w} * 11\text{h} = 1650 \text{ wh}$ esto es $1.65 \text{ Kwh} * 0.12 \text{ ctvs.} = 0.198 \text{ ctvs.} * 5 = 0.99 \text{ ctvs}$. Gasto que ocurre si se deja las luces del jardín encendidas durante todo el día. Para el patio se tiene un gasto de $0.198 \text{ ctvs} * 4 = 0.792 \text{ ctvs}$.

Con el sistema domótico en funcionamiento, el tiempo de encendido de las luces del patio trasero pueden programarse por ejemplo para 30 minutos de funcionamiento. Si se olvida apagarla el gasto es: $30\text{min} = 0.5\text{h} * 150\text{w} = 75\text{wh.} = 0.75\text{kwh} * 0.12 \text{ ctvs.} = 0.09 \text{ ctvs}$.

Y las luces del jardín (luces exteriores) pueden programarse para que sólo permanezcan encendidas durante las horas nocturnas. Por lo tanto con el sistema domótico el gasto es de cero ctvs.

(c) Cocina y Cabaña

Este espacio tiene horarios bien definidos para el encendido de las luces, desde las 7 a.m. (Desayuno), 12 p.m. (Almuerzo) y 6 p.m. (Cena). Si las luces se dejan

encendidas de 7 a.m. a 12 p.m., es decir 5 horas. Y también de 12 p.m. a 6 p.m., es decir 6 horas. El número de horas acumuladas es: $5h + 6h = 11$ horas. Por lo tanto se tienen 11 horas de funcionamiento totales disponibles para un gasto por uso inadecuado. Se tiene que el gasto es $60w = 60w * 11h = 660w/h = 0.660 \text{ Kwh} * 0.12 \text{ ctvs.} = 0.0792 \text{ ctvs} * 15(\text{unidades}) = 1.18 \text{ ctvs.}$

Ahora si se utiliza el sistema domótico, programando un tiempo de encendido de 1 hora. Se tiene que el gasto es: $60 \text{ w} * 1h = 60wh = 0.06 \text{ Kwh} * 0.12\text{ctvs.} = 0.0072 \text{ ctvs} * 15 = 0.108 \text{ ctvs.}$

(d) **Sala de Star**

Para este espacio el cálculo del gasto se asume con el horario diurno que va desde las 7 a.m. a 6 p.m. Es decir que dentro de este rango de tiempo las luces se dejan encendidas. Por lo tanto se tiene 11 horas de tiempo para uso inadecuado. El cálculo del gasto es: $60w * 11 = 660 \text{ wh} = 0.660 \text{ Kwh} * 0.12\text{ctvs.} = 0.0792 \text{ ctvs} * 2(\text{unidades}) = 0.16 \text{ ctvs.}$

Con el control domótico programado para un tiempo de encendido de 1 hora, se tiene un gasto de: $60w * 1h = 60wh = 0.06 \text{ Kwh} * 0.12\text{ctvs} = 0.0072 \text{ ctvs.} * 2 = 0.014 \text{ ctvs.}$

(e) **Garaje**

Para este espacio se toma el horario de gasto diurno desde las 7 a.m. a 6 p.m., es decir 11 horas. Es gasto es el siguiente: $150 \text{ w} * 11 = 1650 \text{ wh} = 1.65\text{Kwh} * 0.12\text{ctvs} = 0.198 \text{ ctvs.} * 1 = 0.198 \text{ ctvs.}$

Con el sistema domótico y un tiempo de programado de encendido de 30 minutos, se tiene un gasto de: $150w * 0.5h = 75wh = 0.075 \text{ Kwh} * 0.12 \text{ ctvs.} = 0.009 \text{ ctvs.} * 1 = 0.009 \text{ ctvs.}$

TABLA 3.4. COSTO POR USO INADECUADO DEL SERVICIO ELÉCTRICO. (LUCES)

NUMERO DE ELEMENTOS	RECINTO DE UBICACION	DESCRIPCION	COSTO POR USO INADECUADO X DIAS (Dolares)
16	Habitaciones de descanso	Luces de techo	2.30
14	Oficinas	Luces de techo	2.15
11	Hangares	Luces de techo	10.56
04/05	Jardin / Patio Trasero	Luces de techo	0.99/ 0.792
15	Cosina y Cabaña	Luces de techo	1.18
2	Sala de Star	Luces de techo	0.16
1	Garaje	Luces de techo	0.198

REALIZADO POR: POSTULANTES

TABLA 3.5. PORCENTAJE DE REDUCCIÓN EN GASTOS POR USO INADECUADO. (LUCES.)

RECINTO	COSTO POR USO INADECUADO x DIA (Ctvs)	COSTO CON EL SISTEMA DOMOTICO x DIA (Ctvs)	% DE REDUCCION DE GASTOS POR USO INADECUADO
Habitaciones de descanso	2.30	0,032	98,62
Oficinas	2.15	0,022	98,97
Hangares	10.56	0,11	98,95
Jardin / Patio Trasero	0.99/ 0.792	0	100
Cosina y Cabaña	1.18	0,108	90,84
Sala de Star	0.16	0,014	91,25
Garaje	0.198	0,009	95,45

REALIZADO POR: POSTULANTES

SERVICIO DE AGUA

Para este servicio se presenta el problema de la cantidad de agua que sale de la llave cuando esta se deja abierta. Ya que la cantidad de volumen de agua que pueda salir por segundo, cambia de acuerdo a la presión dentro de la tubería. Esta presión no es constante y cambia por ejemplo con la apertura de otras llaves, dentro de la vivienda, y esto sucede cuando la presión de la tubería es baja.

Una solución viable para determinar que cantidad de agua sale de una llave cuando se deja abierta, es medir la cantidad de litros por segundo que sale de una llave estándar, de las utilizadas normalmente.

Para esta medición (realizada por los autores) se utiliza un recipiente de un litro aproximado de capacidad. Se abre la llave (lavamanos del baño) y se deja correr el agua dentro del recipiente, tomando con un cronometro el tiempo que tarda en llenarse. El valor obtenido fue de aproximadamente 15 segundos.

Las llaves de agua de los baños (lavamanos) regularmente se abren después de cada comida o de hacer una necesidad fisiológica. Si se asume que los residentes de la vivienda cumplen horarios regulares de salida fuera de la vivienda.

Las horas probables de uso son las 5 a.m. – 12 p.m. – 6 p.m. – 10 p.m.

Si por algún motivo la llave de agua se deja abierta, para estos horarios se tiene un total de horas de: 5 a.m. a 12 p.m. = 7 horas, 12 p.m. a 6 p.m. = 6 horas, 6 p.m. a 10 p.m. = 4 horas. Sumando se tiene: $7h + 6h + 4h = 17$ horas. Es decir, se tienen 17 horas probables de uso inadecuado del servicio, para los casos en que las llaves se dejen abiertas por descuido involuntario. Si se toma este extremo probable de gasto, el costo para el servicio de agua es el siguiente: $17 \text{ horas} * 3600 \text{seg/h} = 61200 \text{ seg.}$

Si cada 15 segundos se derrama un litro de agua, se tiene que para 61200 segundos se pierde: $61200 / 15 = 4080$ litros (para una sola llave). Si el costo de 1 metro cubico (m^3) de agua cuesta \$0.35 Centavos (Municipio de Latacunga de Servicio de Agua Potable Urbano), $1m^3 = 1000$ litros se tiene un gasto de 4080 litros $= 4.08 m^3 * 0.35 = 1.428$ dólares. Si se hace el cálculo para (08) llaves de agua ubicadas en los lavamanos de los baños, y dos llaves ubicada en la cocina (02) y dos eventualmente en el patio. (02) Se tiene un total de 12 llaves que pueden ocasionar un gasto, cuando se hace un uso inadecuado. El total del gasto para este número de llaves es: $1.428 * 12 = 17.136$ dólares.

Ahora, si el sistema domótico está presente ejerciendo el control para el cierre de las llaves cinco minutos después de abiertas, se tiene un gasto de: $5 \text{ min} + 5 \text{ min} + 5 \text{ min} = 15 \text{ minutos} * 60 \text{ seg} = 900 \text{ seg} * 1 \text{ litro} / 15 \text{ seg} = 60 \text{ litros} = 60/1000 = 0.06m^3 * 0.35 \text{ Ctvs} = 0.021 \text{ Ctvs}$ de dólar.

TABLA 3.6. PORCENTAJE DE REDUCCIÓN EN GASTOS POR USO INADECUADO.
(LLAVES DE AGUA)

LUGAR	COSTO POR USO INADECUADO x DIA (Ctvs)	COSTO CON EL SISTEMA DOMOTICO x DIAS (Ctvs)	% DE REDUCCIÓN EN GASTOS POR USO INADECUADO
(08) BAÑO (02) COCINA (02) PATIO	17.136	0.021	99.87

REALIZADO POR: POSTULANTES

SERVICIO TELEFÓNICO

El control para este servicio esta basado en un tope de consumo que se programa para cada mes del año. Por lo que el usuario del sistema tiene el control del gasto que ha de ocurrir cada mes. De esta manera el gasto posible por uso inadecuado del servicio es cero con el sistema domótico. Y el máximo consumo es el valor tope que el usuario programa cada mes.

Los cálculos demuestran que el ahorro en gastos utilizando el sistema domótico es realmente apreciable (más del 90% de lo que se pagaría). Pero se debe hacer mención, que este ahorro probable en gastos, es sobre el uso inadecuado del servicio dado. Y tomando como extremo el gasto máximo posible para cada servicio (100% del tiempo posible para uso inadecuado).

3.4 CONCLUSIONES

1. La efectividad del sistema *domótico* en el control del gasto en servicios básicos de electricidad, agua, teléfono y por ende de energía depende de una exacta elección de los puntos de control. La correcta identificación de los mismos debe proveer al sistema *domótico* que se instala, un control más eficaz de las variables que se supervisan. En el proyecto la elección de los puntos de control se basa primordialmente en la frecuencia de su uso.
2. El objetivo propuesto para el diseño de la interfaz electrónica, se cumple gracias a la simplicidad técnica concebida para el sistema *domótico*. Dependiendo de la cantidad, tipo de entradas / salidas y del tipo de programa, de las características de la tarjeta de adquisición de datos o llamada también tarjeta de interfaz. Para el proyecto *domótico* la exigencia de comunicación que debe tener con la tarjeta de adquisición de datos es esencial para simplificar la transferencia de datos hacia el computador.
3. El programa que sirve para el control y monitoreo del sistema *domótico* se diseña con el propósito de que las variables bajo supervisión sean visualizadas con claridad y detalle en cuanto a su estado en un momento determinado. Además de poder ejercer sobre las mismas un control efectivo mediante la programación de valores que definen estados de activación y desactivación. Por lo que el objetivo propuesto en el diseño de la interfaz visual se logra de manera simple y sin grandes complicaciones.
4. El diseño de las diferentes pantallas de acceso y control del programa que sirve de interfaz visual al usuario se hacen con la mayor simplicidad posible, buscando siempre la facilidad de uso y la claridad en la identificación de cada elemento informativo que las mismas puedan proporcionar.
5. Los controles de seguridad implantados en el programa que sirve de interfaz tienen como finalidad darle al administrador del sistema *domótico*

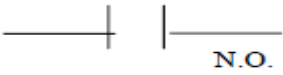
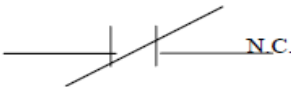
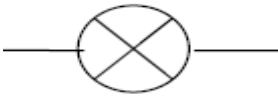
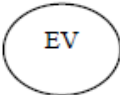

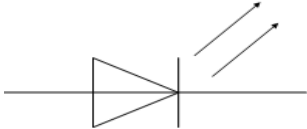
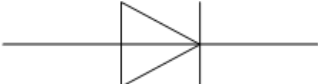
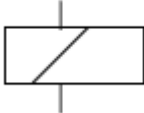
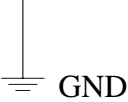

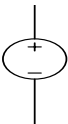
el control total sobre cambios y configuraciones sensibles. Por lo que sólo con una clave de acceso se podrá acceder a ciertas partes del programa. También el resguardo de la base de datos se hace de forma transparente para el usuario cada vez que el programa se cierra.




6. Las pruebas realizadas sobre la maqueta donde se simulan una cantidad reducida de entradas y salidas, demuestran la efectividad del control del sistema *domótico* sobre las variables consideradas (luces, llaves de agua y teléfono). Efectividad, verificada en la ejecución inmediata de las ordenes emitidas por el sistema de gestión *domótico* sobre los módulos de control y del procesamiento de las señales.
7. Existe un sobredimensionamiento del transformador de alimentación de 150 KVA que se encuentra en el sistema eléctrico del Escuadrón, por tal motivo no se le está dando el uso adecuado al transformador.

3.5 RECOMENDACIONES

1. El interfaz electrónico utilizado es DAQ USB 6008 de la NATIONAL INSTRUMENTS el mismo que internamente está compuesto de micro controlador. Los cuales se adaptan a las necesidades de diseño en cuanto al número de entradas, salidas y memoria que se pueda necesitar.
2. Si se requiere controlar más módulos de control para luces y para llaves de agua es necesario expandir los puertos de salida/entrada.
3. Cuando se realicen las conexiones entre DAQ USB 6008, los módulos y la fuente de alimentación es imperativo que se siga la codificación establecida para cada señal presente en el sistema domótico.
4. El tamaño reducido de control tanto para luces como para las llaves de agua permite que éstos sean colocados (si es posible) en la parte interior de los cajetines. Por lo que se recomienda en la medida de lo posible instalar los dispositivos en los cajetines plásticos donde se fija el interruptor de luz, con ello se evita cortos circuitos de alto voltaje que puedan dañar la interfaz electrónica y hasta el puerto USB del computador.
5. Para evitar daños en el cableado instalado del sistema domótico por sobrecalentamiento o sobrecargas se recomienda asegurarse de la presencia de fusibles de respuesta rápida en los tableros de empalme.
6. El pulsador que actúa como reset en las llaves de agua debe ser colocado lo mas cerca de la llave. Sin embargo su ubicación debe alejarlo de posibles goteos o salpicadas de agua que lo inutilicen.
7. Se recomienda que se realice un nuevo estudio de cargas para que el transformador sea utilizado en forma adecuada.

3.6 SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
 N.O.	Contacto Normalmente Abierto
 N.C.	Contacto Normalmente Cerrado
	Lámpara
	Electroválvula
	Pulsador Simple
	Diodo Emisor de Luz
	Diodo Semiconductor
	Relé
 GND	Tierra o Neutro
 VCA	Voltaje Alterno
 VDC	Voltaje continuo

	Reflector
	Lámpara Fluorescente
	Sensor

REALIZADO POR: POSTULANTES

3.7 G L O S A R I O

DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

Definición 1. (*Domótica*).

La Domótica es una Disciplina tecnológica que se aplica en la robotización con el fin de aumentar:

- (a) La seguridad
- (b) El confort
- (c) Los servicios multimedia
- (d) El uso del diseño bioclimático
- (e) El ahorro energético

La *Domótica* es el término “científico” que se utiliza para denominar la parte de la tecnología que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio o en una vivienda o en cualquier tipo de edificación. De una manera general, un sistema domótico dispondrá de una red de comunicación que permita la interconexión de una serie de equipos a fin de obtener información sobre el entorno domestico y basándose en ésta realizar unas determinadas acciones sobre dicho entorno.

1. TECNOLOGÍAS DOMÓTICAS

Las tecnologías domóticas aplicadas en la robotización doméstica giran en torno a tres sistemas básicos de control y son:

- Control independiente
- Control centralizado
- Control distribuido en red

(A) DOMÓTICA CON CONTROL INDEPENDIENTE

En tecnología domótica se llama control independiente al sistema donde los propios dispositivos incorporan los elementos de control y este control se realiza al margen del resto de componentes. Un ejemplo es el termostato que se instala en algunos radiadores, es el propio termostato quien detecta la temperatura y según su control interno cierra o abre la válvula de entrada del líquido. También un detector de presencia puede actuar directamente sobre una lámpara cuando su campo de acción se interrumpe por algún objeto.

Los dos controles anteriores trabajan de forma independiente y los algoritmos de control van incluidos en los propios dispositivos.

(B) DOMÓTICA DE CONTROL CENTRALIZADO

El control centralizado se caracteriza por el autómata programable o PLC como elemento más común para realizar este control. La domótica con control centralizado se articula entorno a un elemento de mando central donde todas las señales de información, tanto de entradas como de salidas, llegan o salen del mando central. Este tipo de tecnología es el utilizado en nuestro proyecto de gestión energética para una vivienda familiar.

(C) DOMÓTICA CON CONTROL DISTRIBUIDO EN RED

Es en esta tecnología donde más productos y sistemas están apareciendo. Un control distribuido en red para domótica, es un sistema de dispositivos independientes, unidos por un soporte físico, generalmente un cable conductor llamado BUS, con el fin de controlar automáticamente otro sistema superior, teniendo cada dispositivo de la red una o varias tareas específicas.

Definición 2. (TIC: *Tecnologías de la Información y las comunicaciones*). Se refiere a los medios colectivos para reunir y luego almacenar, transmitir, procesar y recuperar continuamente palabras, números, imágenes y sonidos, así como a los medios electrónicos para controlar máquinas de toda especie, desde los aparatos de uso cotidiano hasta las vastas fábricas automatizadas

Definición 3. (*Sensores*). Necesarios en todos los sistemas en los que el ordenador deba tomar una decisión, dado que son sus oídos, ojos, y manos. Pueden ser tanto de presión (microinterruptores, sensores diferenciales), como ópticos (fotoresistencias o fotodiodos), o acústicos (que en el fondo son sensores de presión). También pueden ser sencillos, enviando una señal tipo "he detectado algo", o más complejos, enviando flujos de información como imágenes y sonido en tiempo real.

Definición 4. (*Actuadores*). Son los músculos de nuestro equipo de control, dado que son capaces de accionar sistemas electromecánicos. Pueden ser simples interruptores que accionan motores eléctricos de diferente potencia, relés para activar o desactivar circuitos eléctricos.

Definición 5. (*Electroválvula*). Dispositivo electromecánico que bloquea o permite el flujo de un líquido en una tubería cuando se energiza con un voltaje dado.

Definición 6. (Relé). Dispositivo electromecánico que permite el paso o corte de una corriente eléctrica a través de unos contactos metálicos.

Definición 7. (*Sistema de control*). El sistema de control será el encargado de tomar las decisiones correctas en todo momento. Normalmente se tratará de un ordenador que siempre estará encendido, aunque también puede haber sistemas no centralizados que tomen decisiones independientes.

Definición 8. (*Punto de control*). Lugar donde se determina la colocación de un módulo de control que actúa sobre alguna variable controlable y que mantiene, vía cable, comunicación con un sistema central de control.

Definición 9. (*Procesos*). Son una serie de acciones o etapas orientadas a generar un valor añadido sobre una entrada, para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requerimientos del cliente del mismo, como consecuencia de las actividades realizadas.

Definición 10. (*Protocolo de comunicaciones*).

Es el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente.

Definición 11. (*Protocolo estándar*). Los protocolos estándar son los que de alguna manera son utilizados ampliamente por diferentes empresas y estas fabrican productos que son compatibles entre sí, como son *X-10*, *el EHS*, *el EIB* y *el BatiBUS*.

Definición 12. (*Protocolos propietarios*). Son aquellos que, desarrollados por una empresa, solo son capaces de comunicarse entre sí.

Definición 13. (*Protocolo X-10*). Protocolo de comunicaciones que utiliza el cableado eléctrico para enviar y recibir datos. Utiliza señales codificadas en portadoras de alta frecuencia (>100Khz).

Definición 14. (*Red de comunicaciones*). Es el conjunto de enlaces e interconexiones (realizadas mediante pares de cobre, cables coaxiales, fibras ópticas, ondas de radio, infrarrojos o cualquier otro medio) entre diversos dispositivos electrónicos (entre los cuales se encuentran los ordenadores) que posibilita la transmisión, entre ellos, de señales tanto analógicas como digitales.

Definición 15. (*Memoria EEPROM*): Memoria que se puede borrar eléctricamente.

Los dispositivos que la poseen pueden ser programados muchas veces.

Definición 16. (*Microcontrolador*). Dispositivo electrónico con capacidad de procesar datos mediante la ejecución de instrucciones contenidas en un programa. El programa puede estar contenido en una memoria ROM (interna) o en una memoria EEPROM. Es el encargado de monitorear los estados actuales de cada punto de control del sistema domótico.

Definición 17. (*Interfaz Electrónica*). Elemento externo al computador encargado de “escudriñar” el ambiente y adquirir datos de interés. Usualmente está compuesto de un microprocesador (unidad de procesamiento sin programa interno) o un microcontrolador (unidad de procesamiento con programa interno).

Definición 18. (*Interfaz RS232*).

RS232 es el nombre de la interfaz de comunicación serie más utilizado del mundo. La norma serie está disponible en prácticamente el 99% de los ordenadores.

Entre ellos el IBM PC compatible que habitualmente está equipado con dos puertos serie RS232, uno de ellos utilizado para conectar el ratón. El *Apple Macintosh* es una notable excepción, utilizando otra norma serie, la RS422.

La norma RS232 fue originalmente diseñada para conectar terminales de datos con dispositivos de comunicación (como módem y AITs). Desde un principio, fue también utilizada para conectar casi cualquier dispositivo imaginable. Los usos de la RS232 en el entorno doméstico son muchos y ampliamente conocidos. Desde la conexión del ratón, el módem/fax, agendas electrónicas de bolsillo, impresoras serie, grabadores de memoria (tipo EPROM), digitalizadores de vídeo, radios de AM/FM, etc. La lista sólo está limitada por la imaginación de los diseñadores.

En el entorno industrial el peso de la RS232 es también muy importante. Si bien existen soluciones de comunicación serie más robustas y versátiles, como la RS422 o la RS475, la RS232 sigue siendo por su sencillez, su diseño económico

y, sobre todo, por su gran difusión, la norma más frecuente. Así, es fácil ver cómo robots industriales, manipuladores, controles de todo tipo, utilizan la RS232. Existen hasta cafeterías industriales (de las utilizadas en bares y restaurantes) que disponen de una RS232 para ser conectadas a un PC e informar de cuántos cafés han hecho en el transcurso del día, permitiendo al gerente de la empresa un control de caja, estadísticas de uso, etc.

Definición 19. (*USB El Universal Serial Bus*)

El *Universal Serial Bus* (bus universal en serie) o **Conductor Universal en Serie (CUS)**, abreviado comúnmente **USB**, es un puerto que sirve para conectar periféricos a un ordenador. Fue creado en 1996 por siete empresas (que actualmente forman el consejo directivo): IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation

El diseño del USB tenía en mente eliminar la necesidad de adquirir tarjetas separadas para poner en los puertos bus ISA o PCI, y mejorar las capacidades plug-and-play permitiendo a esos dispositivos ser conectados o desconectados al sistema sin necesidad de reiniciar. Sin embargo, en aplicaciones donde se necesita ancho de banda para grandes transferencias de datos, o si se necesita una latencia baja, los buses PCI o PCIe salen ganando. Igualmente sucede si la aplicación requiere de robustez industrial. A favor del bus USB, cabe decir que cuando se conecta un nuevo dispositivo, el servidor lo enumera y agrega el software necesario para que pueda funcionar (esto dependerá ciertamente del sistema operativo que esté usando el ordenador).

El USB no puede conectar los periféricos porque sólo puede ser dirigido por el drive central así como: ratones, teclados, escáneres, cámaras digitales, teléfonos móviles, reproductores multimedia, impresoras, discos duros externos entre otros ejemplos, tarjetas de sonido, sistemas de adquisición de datos y componentes de red. Para dispositivos multimedia como escáneres y cámaras digitales, el USB se ha convertido en el método estándar de conexión. Para impresoras, el USB ha crecido tanto en popularidad que ha desplazado a un segundo plano a los puertos

paralelos porque el USB hace mucho más sencillo el poder agregar más de una impresora a un ordenador.

Algunos dispositivos requieren una potencia mínima, así que se pueden conectar varios sin necesitar fuentes de alimentación extra. La gran mayoría de los concentradores incluyen fuentes de alimentación que brindan energía a los dispositivos conectados a ellos, pero algunos dispositivos consumen tanta energía que necesitan su propia fuente de alimentación. Los concentradores con fuente de alimentación pueden proporcionarle corriente eléctrica a otros dispositivos sin quitarle corriente al resto de la conexión (dentro de ciertos límites).

En el caso de los discos duros, es poco probable que el USB reemplace completamente a los buses (el ATA (IDE) y el SCSI), pues el USB tiene un rendimiento más lento que esos otros estándares. Sin embargo, el USB tiene una importante ventaja en su habilidad de poder instalar y desinstalar dispositivos sin tener que abrir el sistema, lo cual es útil para dispositivos de almacenamiento externo. Hoy en día, una gran parte de los fabricantes ofrece dispositivos USB portátiles que ofrecen un rendimiento casi indistinguible en comparación con los ATA (IDE). Por el contrario, el nuevo estándar Serial ATA permite tasas de transferencia de hasta aproximadamente 150/300 MB por segundo, y existe también la posibilidad de extracción en caliente e incluso una especificación para discos externos llamada SATA.

El USB casi ha reemplazado completamente a los teclados y ratones PS/2, hasta el punto de que un amplio número de placas base modernas carecen de dicho puerto o solamente cuentan con uno válido para los dos periféricos.

Definición 20. (Lenguaje LabVIEW)

LabVIEW de *National Instrument*, es una herramienta de programación gráfica, altamente productiva, para la construcción de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control.

LabVIEW nos da la capacidad de crear rápidamente una interfaz de usuario que nos proporciona la interactividad con el sistema. La programación G es el corazón de LabVIEW, y difiere de otros lenguajes de programación como C o Basic, en que éstos están basados en texto, mientras que G es una programación gráfica.

Los programas en G, o VIs (*Virtual Instruments*) constan de una interfaz interactiva de usuario y un diagrama de flujo de datos que hace las funciones de código fuente. De forma más específica, la programación gráfica LabVIEW se estructura como sigue:

- La interfaz interactiva de usuario de un VI se llama Panel Frontal, debido a que simula el panel de un instrumento físico. El panel frontal puede contener botones, interruptores, pulsadores, gráficas y otros controles e indicadores. Los datos se introducen utilizando el ratón y el teclado, y los resultados se muestran en la pantalla del ordenador.

- El VI recibe instrucciones de un diagrama de bloques que construimos en G. El diagrama de bloques es la solución gráfica a un determinado problema de programación. Además, el diagrama de bloques es el código fuente de nuestro programa.

- Los VIs son jerárquicos y modulares. Pueden utilizarse como programas de alto nivel o como subprogramas de otros programas o subprogramas. Cuando un VI se usa dentro de otro VI, se denominan subVI. El icono y los conectores de un VI funcionan como una lista de parámetros gráficos de forma que otros VIs puedan pasar datos a un determinado subVI

3.8 BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- **Domótica Viva, S.L. (2004).** *Introducción a la Domótica.*
Disponible en: www.domoticaviva.com/presente.htm
- **Domodesk SL (1998).** *¿Qué Es Domótica?* [on line].
Disponible en <http://www.domodesk.com/content.aspx?>
- **Domótica en el hogar: La Casa Inteligente.**
Disponible en: <http://www.webdehogar.com/decoracion/domotica-hogar-casa-inteligente.htm>
- **Ingeniería de Domótica (2004).** *Web de la Domótica.* [on line].
Disponible en <http://www.domointel.com>
- **Sistema Inteligente.**
Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_inteligente)
- **S & Sistemas Automáticos SL (2000).** *Control Inteligente de Edificios.* [on line].
Disponible en <http://www.scsistemas.com/control.htm>
Disponible en <http://www.casadomo.com/download/prohome.zip>
Disponible en <http://www.edifdomotica.org.com>

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AGUILAR Y MUÑOZ: *Microsoft Visual Basic. Iniciación y Referencia*. Madrid: Edit. McGraw-Hill, 1999.
- BARRON Y MARINEZ: *Practicas con Microcontroladores. (Familia 8051)* España. McGraw-Hil, (1993).
- BOYLESTAD, Robert: Análisis Introdutorio de Circuitos, Prentice Hall, Octava Edición, 2000.
- MALVINO, Albert: *Principios de Electrónica*. Segunda Edición, México. McGraw-Hill, (1984).
- MARIANO Y NAVARRO: *Practicas con Microcontroladores.(PIC16FC84)* Madrid: Edit. McGraw-Hill, 1993.
- NILSSON, James: Circuitos Eléctricos, Adisson Wesley, Cuarta edición, 1996.
- SCHAUM, Mcgrawhill:

ANEXOS

ANEXO –1

- **DIAGRAMA UNIFILAR DE LA BASE AÉREA COTOPAXI (BACO).**

- **REGISTRO DE CARGA DE LA BASE AÉREA COTOPAXI.**

- **CARGA INSTALADA EN EL ESCUADRÓN DE MANTENIMIENTO DE LA DEFENSA AÉREA (EMDA).**

ANEXO -2

MANUAL DEL USUARIO