



# INGENIERÍAS

## Eje transversal

- *Gestión de la calidad institucional*

# INFORME FINAL DE TRABAJOS DE INNOVACIÓN IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE CÓMPUTO DOMÓTICO EN FACULTAD DE INGENIERÍAS DE LA UNIVERSIDAD EVANGÉLICA DE EL SALVADOR

Saúl Cornejo  
Jorge Campos  
Ramiro Rodas  
Carlos Serrano

Carlos Napoleón Medina Escobar  
Pedro Rodrigo Eliazar Cornejo Quintanilla

Facultad de Ingenierías

## CONTENIDO

### RESUMEN

#### INTRODUCCIÓN

#### CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Descripción del problema
2. Factores que intervienen, causas y consecuencias
3. Beneficios del proyecto
4. Limitantes del proyecto
5. Estudio de factibilidad
6. Enunciado del problema
7. Objetivos
8. Alcance
9. Justificación

#### CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Conceptos de domótica
2. Elementos que lo conforman
3. Software
4. Otros Proyectos de domótica
5. Edificio EBLE, Universidad Francisco Gavidia
6. Conceptos de programación con ASP.NET
7. Conceptos de base de datos SQL SERVER 2008
8. Proyecto Arduino
9. Video vigilancia y sensores de movimiento

#### CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1. Tipo de investigación
2. Los sujetos beneficiados por dicho proyecto, serán:
3. La conveniencia
4. La seguridad
5. La vanguardia e integración

#### CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1. Ubicación
2. Tipo de innovación
3. Unidades de análisis
4. Variables de medición
5. Análisis de consumo de energía eléctrica
6. Metodología de implementación
7. Desarrollo del plan de implementación.
8. Cronograma de actividades
9. Presupuesto

#### CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### FUENTES CONSULTADAS

## RESUMEN

En la actualidad, la Facultad de Ingenierías de la Universidad Evangélica de El Salvador cuenta con una herramienta tecnológica que contribuye con la seguridad y el ahorro de recursos, capaz de darle un seguimiento preciso a la seguridad y el ahorro de recursos. La Facultad de Ingenierías cuenta con el primer sistema automático de control de recursos administrado por un módulo Arduino que permite gestionar recursos, el funcionamiento y control de un circuito cerrado de video vigilancia constituido por cuatro cámaras de visión nocturna; además se incorporó al sistema un control automatizado de encendido y apagado de aires acondicionado y un sistema de sensores de movimiento y temperatura. Para lograr el objetivos del proyecto, se incorporó un sistema de cableado estructurado de datos así como eléctrico para que diera paso a tener un sistema de redes controlado. Se diseñaron circuitos para permitir el encendido y apagado de luminarias así como también aires acondicionados, por consiguiente fueron incorporados en cada interruptor de encendido y apagados. Se diseñó una placa principal para la administración del módulo Arduino. Se diseñó e implemento también un sistema informático integral para la comunicación del sistema y el usuario, el cual permite la programación de las diferentes actividades académicas así como la manipulación de los recursos de cómputo y el video vigilancia. Este sistema se desarrolló haciendo uso de varios lenguajes de programación convirtiéndolo en un sistema híbrido. Para incorporar este sistemas híbrido se instala y configuró un servidor Windows 2008 que sirviera como plataforma.

## INTRODUCCIÓN

La domótica es el uso simultáneo de la electricidad, la electrónica y la informática aplicadas a la gestión técnica de las viviendas. Esta consiste en la modificación, local o remota, de los parámetros de funciones como:

- Gestión energética: regulación de la temperatura, gestión de los consumos de cada equipo y de la potencia contratada.
- Seguridad: custodia y vigilancia frente a la intrusión, la inundación, el fuego, los escapes de gas.
- Comunicaciones: telecontrol y telemetría, correo electrónico.
- Confort: programaciones horarias, escenarios luminosos, riego automático.

En el presente documento se expone una investigación basada en la implementación de un sistema domótico en el centro de cómputo 1 de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Evangélica de El Salvador.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1. Descripción del problema

Actualmente la Facultad de Ingeniería tiene cuatro laboratorios de cómputo, los cuales han sido administrados por diferentes profesionales que han realizado distintas formas de controlar el acceso y manipulación de equipo que estos tienen instalados. Según entrevista con el actual responsable de los centros de cómputo, en el mes de febrero de 2011, fecha en la cual inició sus labores, el procedimiento que hacían para ingresar a los laboratorios de cómputo, era el siguiente: el docente pedía que le abrieran y cerraran el laboratorio de cómputo, lo cual demandaba mucho tiempo porque debía estar pendiente de las entradas y salidas de los docentes para poder abrir y cerrar; se le complicaba aún más cuando debía abrir el laboratorio de cómputo cuatro que está en el edificio tres, ya que por estar lejos de su oficina esperaba a que terminara la clase para poder cerrar. Razón por la cual, la decana de Ingeniería solicitó se cambiara esta forma de controlar los accesos a los laboratorios de cómputo, por lo que esta forma de registro finalizó en julio de 2011.

A partir del 20 de julio de 2011, se empezó a realizar otro tipo de controles de acceso a los laboratorios de cómputo, siempre de forma manual, pero con la diferencia que se llevan registro a través de formulario, es decir para poder tener acceso al laboratorio de cómputo, el docente es el responsable y debe registrar en el formulario la entrada, salida, préstamo de equipo multimedia cada vez que lo requiera, así como también la entrega de las llaves. A continuación se detalla el contenido del formulario:

- Nombre de docente
- Fecha
- Hora de entrega de llave
- Firma de recibido
- Hora de devolución de llave
- Firma de entrega

- Observaciones (detalla que encontró equipo encendido o cualquier anomalía e incluso necesidades como por ejemplo instalación de software o hardware y señala el equipo que le prestan).

A través de esta nueva forma de acceso a los laboratorios de cómputo e implementación de un formulario de registro de entradas y salidas, se observó que se ganó en tiempo de respuesta y el técnico a cargo de los laboratorios de cómputo está pendiente de otras necesidades que se presenten en estos, teniendo una atención más efectiva a los usuarios.

Sin embargo, en la actualidad, señala el técnico a cargo de los laboratorios de cómputo, se registran otro tipo de situaciones e inconvenientes que a continuación se detallan:

- Los docentes al terminar sus clases no siempre revisan que las computadoras queden apagadas (monitor, CPU).
- El aire acondicionado en ocasiones queda encendido.
- La luminaria en ocasiones queda encendida.
- Los docentes no se aseguran que la puerta del cómputo quede cerrada.
- Los docentes por olvido no dejan las llaves.
- Los estudiantes en ocasiones dejan olvidado cosas personales (USB, audífonos, laptops, sombrillas, lentes, juegos de mesa, entre otros).
- Los estudiantes dejan basura sobre las mesas (botellas, envoltorio de dulces, entre otros).
- Se ha encontrado marcas de zapatos en las sillas.
- Se hurtan las perillas de los respaldos de sillas de rodos.
- Monitores con marcas de lápiz.
- Las sillas las dejan desordenadas.

Algunas de las situaciones que se mencionan con anterioridad son reportadas en los formularios por los docentes que entran, ya sea después de una clase o el día siguiente. Y si los objetos olvidados no fueron encontrados por los docentes que entran posterior a una clase, no son devueltas a sus dueños, por lo que los estudiantes que olvidan sus pertenencias las pierden, generando en ellos descontento, sobre todo si eran de mucho valor.

## 2. Factores que intervienen, causas y consecuencias

En la actualidad se presentan una serie de situaciones en los centros de cómputo de Ingeniería debido a que los controles existentes no son suficientes, por lo que se requiere la implementación de un sistema automatizado de seguridad que permita el control de entradas y salidas del personal, encendido de luminarias y la seguridad por medio de cámaras de vigilancia; por todo lo anterior se ve la necesidad de innovar el sistema actual a través de los recursos tecnológicos que permiten agilizar los procesos de forma segura y generando mayor control, como herramienta de apoyo al personal técnico de la FIUEES.

La implementación de un laboratorio de cómputo domótico permitirá que haya ahorro de consumo de energía, ya que se registra a través de un sistema informático, controlando el encendido y apagado de este.

De acuerdo a lo observado por los investigadores, en los laboratorios de cómputo de la Universidad Evangélica de El Salvador, las lámparas instaladas son en dúos, y cada una de ellas es de 40 watts, aire acondicionado de 3 o 4 toneladas, difiere el tamaño en cada laboratorio.

El laboratorio de cómputo 1, lugar donde inicialmente se implementará el laboratorio domótico, tiene instalados 16 dúos de lámparas, teniendo un total de 32 lámparas individuales, dos aires acondicionados de 24,000 y 18,000 BTU, por lo que el hecho de dejar las lámparas encendidas, aire acondicionado y computadoras genera altos costos en el consumo de energía eléctrica.

La magnitud de dicha situación ha llegado a situaciones que ha permitido que se realice este tipo de investigación para que a través de la implantación de un laboratorio de domótica se administren actividades como encendido y apagado de luminarias, aire acondicionado, entradas/salidas y seguridad, dotando al encargado de los centros de cómputo de una herramienta que le proporcione la optimización de recursos.

## 3. Beneficios del proyecto

El proyecto se implementó en el Centro de Computo 1 de la Facultad de Ingenierías ubicado en el edificio 4, del 4º. nivel del campus universitario, proyectando tener como resultados un laboratorio que permita el acceso a los docentes a través de códigos de barras establecido en el carné institucional, y así almacenar en una base de datos los registros de entradas y salidas del personal; además de poder manipular las luminarias del laboratorio de forma automática,

también se instalaron cámaras para llevar un *back up* de las actividades que se realicen en el laboratorio. Todo esto se desarrolló en un periodo de 5 meses.

#### 4. Limitantes del proyecto

La principal limitante es el tiempo de implantación, ya que podría tener la dificultad de no encontrar en el país algunos elementos electrónicos y se tendría que comprar en el extranjero, teniendo que esperar y adaptarse al tiempo de envío de éste.

#### 5. Estudio de factibilidad

##### 5.1. Factibilidad técnica

El estudio de factibilidad técnica ayuda a la identificación de la idea, el cual se elabora a partir de la información existente, al juicio común y la opinión que da la experiencia.

Con base en lo anterior se puede decir que es técnicamente posible el desarrollo del proyecto. Para ello, se utilizó una serie de componentes que a continuación se detallan:

Se implementó un Arduino, el cual es una plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es un dispositivo que conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital. Además es una herramienta para hacer que las computadoras puedan controlar el mundo físico a través de una computadora.

Esta plataforma de desarrollo de computación física de código abierto está basada en una placa con un sencillo micro controlador electrónico de domótica, para programar los sistemas de encendido/apagado de luminarias, control de aires acondicionados y video vigilancia, integrado bajo una plataforma de control web.

##### 5.2. Factibilidad operativa

Para el desarrollo del presente proyecto se creó un equipo de trabajo, el cual estuvo constituido de la siguiente manera: un investigador principal, un investigador secundario, dos (2) investigadores auxiliares, un (1) grupos de trabajo integrado por alumnos de la FIUEES.

A continuación se muestra la distribución de trabajo por equipos:

Un (1) Investigador principal, un (1) Investigador secundario, dos (2) Investigadores auxiliares. Tres grupos conformados de la siguiente forma:

- Grupo de Modulo control, formado dos profesores y dos alumnos.
- Grupo de Modulo Arduino, conformado dos profesores y dos alumnos.
- Grupo Control de Potencia, conformado por dos profesores y un técnico de la FIUEES.

Se implantarán módulos, los cuales deben tener una interface WEB que permita el control y programación de eventos (encendido, apagado, en pausa, etc.), que permitirá su administración desde la Red FIUEES.

Se asignaron tareas por equipos de trabajo, quienes desarrollaran un circuito integrado modular que incluya el Micro controlador y la interface a los controles de encendido/apagado; los cuales se integraran en un gabinete común para los módulos.

Se desarrollaron los diseños de los prototipos de los circuitos controladores, circuitos de releí, interfaces de web y otros, ya sea en planos, *ProtoBoard* o papel, para ser evaluados por el grupo de coordinación del proyecto.

Se construyeron controles de encendido y apagado dentro de cada módulo, que permitirán el control de las instalaciones eléctricas, y deben funcionar para 110 volt.

Materializaron del proyecto. Se tomarán las directrices del grupo de investigación, con el propósito de armar los circuitos eléctricos y electrónicos. Para integrar cada diseño, se debe construir sobre circuitos impresos y con los elementos montados y soldados sobre un solo módulo. Esta fase será la de mayor duración, ya que involucra la prueba y el error, antes de la fase de implementación.

Realizaron la unión de todos los módulos, integrados en un Aula/Ambiente/ Oficina/Cuarto en la FIUEES.

### 5.3. Factibilidad Económica

El consumo de energía eléctrica se mide en Kwh, siendo la definicion de conceptos:

**K = kilo = 1000**

**W = watts = unidad de potencia**

**H = hora = unidad de tiempo**

Un Kilo watt hora (Kwh) es el equivalente a mantener un consumo de potencia de 1000 watts durante una hora.

1000 watts es el equivalente a 10 lámparas de 100 watts encendidas al mismo tiempo. El Kwh es la unidad de medida que utilizan las empresas eléctricas para cobrar lo que consumen los usuarios y la forma conveniente de expresar un consumo energético. En todos los casos se refiere a la cantidad de energía consumida durante un periodo determinado, por ejemplo:

1 Kwh consumido durante 10 horas por día, que es el equivalente a mantener encendidas 10 lámparas de 100 watts durante 10 horas continuas o interrumpidas, nos da por resultado un consumo de energía de 10 Kwh/día, que si a su vez mantenemos constante durante los 30 días de un mes tendremos un consumo energético de 300 Kwh/mes.

Si tuviéramos conectado un medidor de energía eléctrica nos cobrarían, mensualmente un total de 300 Kwh de energía consumida al valor establecido según la tarifa vigente más gastos e impuestos.

Actualmente, de acuerdo a la compañía de alumbrado eléctrico CAEES, estas son las nuevas tarifas de energía eléctrica a partir del 12 de abril de 2012:

Figura 1. Tarifas Eléctricas Vigentes de CAESS

**CAEES, S.A. DE C.V.**

El cargo por energía es el costo de la energía que consume durante el mes. Este precio no lo establece la empresa distribuidora.

Lo que tú pagas, tu distribuidor lo trasladó directamente al generador de energía y corresponde al 88.3% del total de tu factura de energía eléctrica.

Pequeñas demandas	Cifras en dólares	Medianas demandas	Cifras en dólares
Tarifa Residencial subsidiada consumo hasta 99 KWh/mes Carga por energía (€/KWh)	0.20787	BT con medición de potencia Carga por energía (€/KWh)	0.214520
Residencial consumo mayor a 99 KWh mes Bloque 1: Primeros 99 KWh Carga por energía (€/KWh)	0.20790	BT con medición de potencia Carga por energía (€/KWh)	0.220957
0.20725	BT con medición horaria Renta (€/Mes)	0.230680	
Bloque 2: Los siguientes 200 KWh Carga por energía (€/KWh)	0.20725	Renta (€/Mes)	0.230652
Bloque 3: Los restantes Carga por energía (€/KWh)	0.20725	Renta (€/Mes)	0.230739
Pequeñas Demandas 1-G Carga por energía (€/KWh)	0.202270	Renta (€/Mes)	0.230739
Pequeñas Demandas 1-AP Carga por energía (€/KWh)	0.229540	Renta (€/Mes)	0.230739
BT Medía Tensión BT Baja Tensión G Uso General		BT con medición horaria Renta (€/Mes)	0.230207
		Renta (€/Mes)	0.230185
		Renta (€/Mes)	0.230156
		BT con medición horaria Renta (€/Mes)	0.230207
		Renta (€/Mes)	0.230185
		Renta (€/Mes)	0.230156

**NOTAS:**  
-Los cargos de la Distribuidora (Comercialización y Distribución) no varían  
-Los cargos no incluyen IVA

**CAEES, S.A. DE C.V.**

El cargo por Distribución nos permite operar, mantener y expandir nuestra red.

El Cargo por Comercialización comprende la atención comercial y la disponibilidad del 2506-9000 las 24 horas los 365 días del año.

Estos cargos los pagas a la distribuidora y corresponden al 11.5% del total de tu factura de energía eléctrica.

El cargo por Comercialización aplica al usuario final. En cumplimiento a lo establecido en el artículo 96 del Reglamento de la Ley General de Energía, la Comisión de Asesoramiento (CAEES) de la Secretaría de Energía, informó a sus usuarios finales los precios de los cargos por Comercialización y Distribución vigentes desde el 12 de abril del 2012, según el cuadro adjunto.

El cargo por Comercialización aplica al usuario final. En cumplimiento a lo establecido en el artículo 96 del Reglamento de la Ley General de Energía, la Comisión de Asesoramiento (CAEES) de la Secretaría de Energía, informó a sus usuarios finales los precios de los cargos por Comercialización y Distribución vigentes desde el 12 de abril del 2012, según el cuadro adjunto.

Pequeñas demandas	Cifras en dólares	Medianas demandas	Cifras en dólares
Tarifa Residencial subsidiada consumo hasta 99 KWh/mes Carga de Comercialización (mes)	0.031017	BT con medición de potencia Carga de Comercialización (mes)	0.884140
Carga por energía (€/KWh)	0.047991	Carga de Distribución (€/KWh mes)	1.616758
Residencial consumo mayor a 99 KWh mes Carga de Comercialización (mes)	0.054140	BT con medición de potencia Carga de Comercialización (mes)	0.854140
Bloque 1: Primeros 99 KWh Carga de Distribución (€/KWh)	0.024002	Carga de Distribución (€/KWh mes)	3.488789
Bloque 2: Los siguientes 200 KWh Carga de Distribución (€/KWh)	0.041874	BT con medición horaria Carga de Comercialización (mes)	0.854140
Bloque 3: Los restantes Carga de Distribución (€/KWh)	0.048553	Carga de Distribución (€/KWh mes)	3.488789
Pequeñas Demandas 1-G Carga de Comercialización (mes)	0.054140	BT con medición horaria Carga de Comercialización (mes)	0.854140
Carga de Distribución (€/KWh)	0.028521	Carga de Distribución (€/KWh mes)	3.488789
Pequeñas Demandas 1-AP Carga de Comercialización (mes)	0.054140	<b>Grandes demandas</b>	<b>Cifras en dólares</b>
Carga de Distribución (€/KWh)	0.028521	Día Tensión	11.002550
BT Baja Tensión		Carga de Distribución (€/KWh mes)	12.857896
BT Baja Tensión		Media Tensión	11.002550
G Uso General		Carga de Distribución (€/KWh mes)	1.488796

**NOTAS:**  
-Los cargos por Energía no experimentan variación.  
-Los cargos no incluyen IVA ni tasa municipal por poste.

<http://www.aeselsalvador.com/2009/Portals/0/SitioAES/AvisoCAESS.JPG>

Las lámparas instaladas en los laboratorios de cómputos de la Universidad Evangélica de El Salvador son en dúos y cada una de ellas es de 40 watts.

El laboratorio de cómputo 1, lugar donde inicialmente se implementará el laboratorio inteligente, tiene instalada 16 dúos de lámparas, teniendo un total de 32 lámparas individuales.

El hecho de dejar las lámparas encendidas, aire acondicionado y computadoras genera altos costos en los recibos de pagos de energía eléctrica.

El interés de querer construir un laboratorio inteligente nace de la necesidad de dotar a estas áreas de sistemas de control central que dan la capacidad de administrar energía, automatizar actividades y controlar la seguridad de ocupantes e instalaciones, dotando al administrador de los centros de cómputo de una herramienta que le ayude a llevar controles tanto de seguridad como de aspectos de cuidado de equipo informáticos, dispositivos eléctricos, electrónicos y sobre todo de bajar los costos de energía eléctrica.

En este sentido, el proyecto de instalación de un laboratorio de energía es factible desde el punto de vista de la optimización de recursos, seguridad y controles de acceso.

## 6. Enunciado del problema

¿El diseño e implementación de un laboratorio domótica para la Facultad de Ingenierías de la Universidad Evangélica de El Salvador, es un elemento necesario para la administración de recursos, seguridad y el uso de tecnología?

## 7. Objetivos

### 7.1. General:

Diseñar un proyecto del área de domótica aplicable a la FIUEES, de tal manera que pueda implantarse en dicha Facultad con recursos de fácil adquisición y propios de la Facultad, que permita solventar la problemática asociada a la falta de seguridad en los centros de cómputo, y que impacte en la prevención de pérdidas y/o daños de equipos por mal uso de recursos; así como, ahorro de energía eléctrica por luminarias/aires acondicionados y equipo funcionando innecesariamente.

## 7.2. Específicos:

### a) Objetivo específico No. 1

Determinar en qué medida el diseño, creación e implantación de un proyecto de domótica en la FIUEES influye en la eficiencia de los procesos, controles administrativos y en la seguridad física del Centro de Computo No.1.

### b) Objetivo específico No. 2

Realizar un estudio del área de domótica y sus alcances en el área de seguridad y su aplicabilidad, de tal manera que se determinen sus fortalezas y debilidades, así como, proponer la solución tecnológica para mejorar la seguridad y control de los centros de cómputo.

### c) Objetivo Específico No. 3

Diseñar un proyecto de domótica en la FIUEES que ayude a mejorar la seguridad física y proporcione herramientas de control y monitoreo de un laboratorio de cómputo.

### d) Objetivo Especifico No. 4

Implantar un proyecto en el área de domótica para un centro de cómputo de la FIUEES con recursos propios de la facultad, de tal manera que permitan medir el impacta de dicha tecnología en el área de seguridad física, control y monitoreo de un laboratorio de computo.

## 8. Alcance

- Diseñar un proyecto de innovación tecnológica en el área de domótica y su implantación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Evangélica, para el estudio del impacto que esa tecnología traería a dicha facultad.
- Determinar el grado de incidencia que tiene la implementación de un sistema automatizado en la agilización del proceso administrativo y de seguridad física en el centro de cómputo de la FIUEES.

## 9. Justificación:

La concepción de Centro de Computo Inteligente gira en torno a los principios de diseño interdisciplinario, flexibilidad, integración de servicios, administración eficiente y mantenimiento preventivo, áreas que son cubiertas por la domótica. El diseño de un centro de cómputo inteligente centra su objetivo en el ahorro de energía, recursos y seguridad.

La implantación de la tecnología de la domótica en la FIUEES será de gran beneficio para la Universidad, en cuanto que traerá las siguientes mejoras:

- Un mejoramiento en el control de los centros de cómputo, es decir, automatizar la utilización de los recursos en dicho laboratorio a través del establecimiento de horarios y eventos dentro el centro de cómputo que facilitara su uso.
- Monitoreo de los centros de cómputo, de tal manera que se tendrá una mejor administración de los recursos del mismo, permitiendo llevar un control estadístico de uso.
- Mayor nivel de seguridad física, dado que se llevará un control de los accesos a las instalaciones de los centros de cómputo, así como de las acciones de los usuarios de dichos centros, lo que será grabado en video y almacenado para cuando se requiera deducir responsabilidades por mal uso y abuso de las instalaciones y de sus recursos, pérdidas, objetos olvidados, daños, robo.

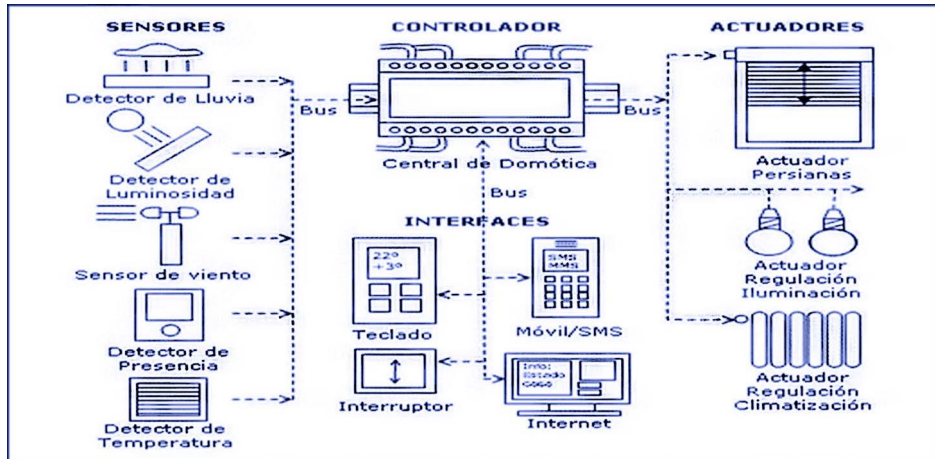
## CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1. Conceptos de Domótica

Domótica es el término “científico” que se utiliza para denominar la parte de la tecnología (electrónica e informática) que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un edificio de oficinas o en uno de viviendas o simplemente en cualquier hogar. Un término muy familiar para todos es el de “edificio inteligente” que, aunque viene a referirse a la misma cosa, normalmente tendemos a aplicarlo más al ámbito de los grandes bloques de oficinas, bancos, universidades y edificios industriales (1).

En el siguiente diagrama se presenta un esquema de los elementos que conforman un proyecto de domótica:

Figura 2. Esquema de los elementos que conforman un proyecto de domótica



## 2. Elementos que lo conforman

Para desarrollar una implantación de laboratorio domótica en un espacio/ambiente, por ejemplo en una casa, edificio o área específica, es necesario que se integren los siguientes elementos:

### 2.1. Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador, y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.<sup>2</sup>

## 2.2. Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación, con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo, como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.<sup>3</sup>

## 2.3. Circuitos de control

Es la parte más delicada de una controladora, ya que se encarga de controlar las entradas (Puertas LTP, entradas analógicas, entradas digitales y circuitos de potencias) y las salidas (salidas digitales).<sup>4</sup>

Los circuitos de control tienen como función primaria ser el puente entre los elementos análogos, eléctricos o de potencia, con los elementos de *hardware* y *software* (computadoras). Son los encargados de enviar y recibir las instrucciones desde el servidor central y transmitirlos a los switches, interruptores, motores, etc.; de igual manera se encargan de recibir los mensajes que proviene de estos elementos eléctricos, convertirlos a impulsos digitales y enviárselos al servidor principal.

### 3. Software

Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, y comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos, que son llamados *hardware*.<sup>5</sup>

En los proyectos de domótica, el *software* tiene como función principal crear la interface entre los usuarios y los controles digitales, permitiendo, administrar los componentes de domótica implementados. Por ejemplo: si en un ambiente se han colocado controles de encendido y apagado de luces, el programa que se debe elaborar deberá mostrar una pantalla en donde se muestren las imágenes que represente el *On/Off* de una luminaria. Cuando el usuario hace clic sobre ese control, el *software* debe enviar esa instrucción al circuito control que a su vez lo retransmitirá al control de luces.

En el siguiente diagrama se muestran cuáles serían los elementos de una casa que podrían ser integrados a un proyecto de Domótica.

**Figura 3. Elementos de una casa que podrían ser integrados a un Proyecto de Domótica**



## 4. Otros proyectos de domótica

### Proyectos OPEN SOURCE (Código Abierto) DE DOMÓTICA

Actualmente existen proyectos similares en el área de los Sistemas de código abierto, conocidos como *Open Source*, en donde los usuarios pueden descargar los programas fuentes y tiene la capacidad de modificarlos y adaptarlos a sus necesidades propias, siempre y cuando sea un proyecto que utilice las mismas herramientas de programación e informática, que el proyecto open source utiliza.

Entre los proyectos de domótica en *Open Source* tenemos:

**A) OPEN DOMÓTICA** es el proyecto *Open Source*, basado en la plataforma de desarrollo de LINUX/PYTHON/MYSQL, utilizando circuitos de control elaborados por la empresa open domo. Actualmente está disponible para Europa o para países en donde el suministro de energía sea igual al estándar europeo.

El código fuente es gratis y puede ser descargado de la red desde el sitio del proyecto, pero solo funciona con los circuitos pre configurados. Aunque dan todas las facilidades para incorporar nuevos dispositivos, aun no hay implementaciones en América latina.

**B) OPEN REMOTE BOSS** es el proyecto de desarrollo de *software* implementado en JAVA para LINUX. Solo es la parte de *Software* y no posee controles análogos integrados, aunque sí proporcionan la documentación necesaria para incorporar nuevos controles. Aun no se conoce de un proyecto implantado en América Latina.

## 5. Edificio EBLE, Universidad Francisco Gavidia

La Universidad Francisco Gavidia es la primera universidad de El Salvador que cuenta con un edificio Inteligente, en el cual sus principales características, como la climatización (calefacción y aire acondicionado) y la iluminación, son paliadas radicalmente en los denominados “edificios inteligentes”.<sup>6</sup>

La Universidad Francisco Gavidia posee el primer edificio inteligente llamado EBLE (Edificio de Biblioteca y Laboratorios Especializados), este tiene como objetivo la automatización, la cual permitirá reducir no solo el consumo eléctrico sino también el costo de gestión del propio edificio. Esta automatización abrirá las puertas hacia el futuro en donde un sistema inteligente pueda tomar el control del sistema automatizado.

El edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos interrelacionados: estructura, sistemas, servicios y administración.

Un edificio inteligente creará un entorno que va a permitir a las organizaciones alcanzar sus objetivos de negocio y maximizar la eficacia de sus ocupantes. Al mismo tiempo permitirá una gestión eficiente de los recursos con un mínimo de costos

Las principales tecnologías aplicadas para el ahorro de energía en climatización e iluminación son el uso de controladores para manejo por horarios y el empleo de detectores de movimiento u ocupación (PIR y ultrasonido volumétrico). Estos sistemas deberán ser lo suficientemente flexibles, pues hay que lograr el confort de varias personas a la vez.

## 6. Conceptos de programación con ASP.NET.

**ASP.NET:** Es un framework para aplicaciones web desarrollado y comercializado por Microsoft. Es usado por programadores para construir sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web XML. Apareció en enero de 2002 con la versión 1.0 del .NET Framework, y es la tecnología sucesora de la tecnología Active Server Pages (ASP). ASP.NET está construido sobre el Common Language Runtime, permitiendo a los programadores escribir código ASP.NET usando cualquier lenguaje admitido por el .NET Framework. <sup>7</sup>

**ASP:** Página de Servidor Activo (ASP por sus siglas en inglés, que quieren decir “Active Server Page”) o ASP Clásico, es la primera tecnología de Microsoft del tipo “lado de servidor” para páginas Web que se generan de manera dinámica, tal como por ejemplo lo hace el lenguaje PHP, pero de manera alternativa. Permite crear este tipo de páginas Web utilizando HTML, scripts y componentes de servidor ActiveX reutilizables. <sup>8</sup>

## 7. Conceptos de Base de Datos SQL SERVER 2008

Una base de datos es la manera actual de recopilar y guardar archivos de cualquier índole. Esto se formatea para que quepan de manera ordenada en una computadora. <sup>9</sup>

Esto se lleva a cabo bajo un esquema que da la forma de columna vertebral de una base de datos. La idea central detrás de aquello es la organización. Esto es de gran utilidad, sobre todo para realizar investigaciones, ya que de manera rápida se podrá acceder a la información precisa que se está buscando.

## SQL SERVER 2008

**Microsoft SQL** Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por *Microsoft* basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL. *Microsoft SQL* Server constituye la alternativa de *Microsoft* a otros potentes sistemas gestores de bases de datos, como son *Oracle*, *PostgreSQL* o *MySQL*.<sup>10</sup>

SQL Server 2008 es una plataforma de gestión de datos muy óptima, al cual se puede acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento. Con SQL Server 2008 se puede almacenar datos estructurados, semi-estructurados, no estructurados y documentos, tales como las imágenes, y más directamente en la base de datos.

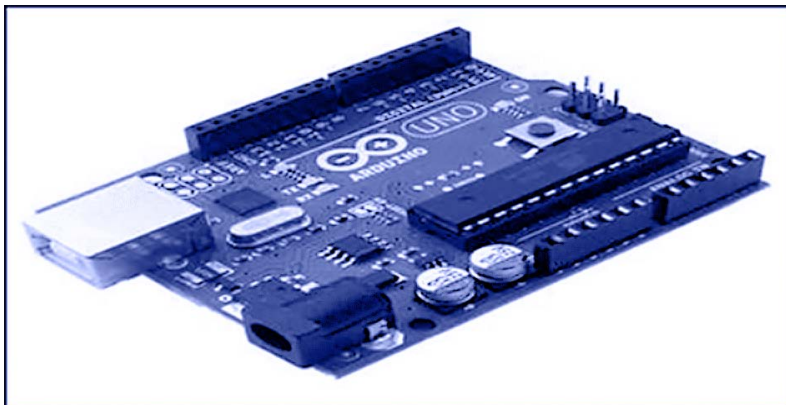
SQL Server 2008 posee los más altos niveles de seguridad, fiabilidad y escalabilidad para obtener los mejores resultados en aplicativos empresariales, ya que con SQL Server 2008 se puede reducir el costo y el tiempo para la gestión de datos y el desarrollo de aplicativos.

## 8. Proyecto Arduino

### 8.1 Concepto

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing.<sup>(11)</sup> Es un dispositivo que conecta el mundo físico con el mundo virtual, o el mundo analógico con el digital.

Figura 4, circuito controlador Arduino



Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de un ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física (*physical computing*) de código abierto, basada en una placa con un sencillo micro controlador y un entorno de desarrollo para crear *software* (programas) para la placa.

Arduino es utilizado para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos. Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (*software*) que se ejecute en un ordenador (ej. Flash, Processing, MaxMSP). La placa se puede montar por uno mismo o comprarla ya lista para usar, y el *software* de desarrollo es abierto y se puede descargar gratis.

## 8.2. Componentes

### a) Transistor

Un transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que puede cumplir funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador dependiendo de su configuración, pero las que interesan por el momento son las de conmutador o amplificador.

### b) Servomotor

Un servomotor es un motor con un eje de rendimiento controlado, es decir, que podemos posicionarlo a nuestro antojo, siempre dentro de su rango de actuación. Por lo general, los servomotores suelen tener un rango de 180°, aunque existen de 210° e incluso de rotación continua.<sup>12</sup>

### c) Resistencia NTC

Un NTC (Negative Temperature Coefficient) es una resistencia con coeficiente de temperatura negativo respecto a la variación de su resistencia. Esto quiere decir que a más temperatura, aumentará la concentración de portadores, lo que hará que su resistencia sea menor.<sup>13</sup>

### d) Potenciómetro

Un potenciómetro es una resistencia de tipo variable con tres patillas. Entre las dos de sus extremos tendremos siempre una resistencia fija dada por el valor

máximo del potenciómetro, pero entre cualquiera de esos extremos y la patilla central obtendremos la variación de resistencia.

### e) *Protoboard o Breadboard*

Una *protoboard* o *breadboard* es una placa perforada con conexiones internas en la que se puede “pinchar” los componentes para realizar los prototipos sin tener que realizar un solo punto de soldadura tantas veces como se quiera.<sup>14</sup>

### f) Resistores

Los resistores o resistencias son unos componentes electrónicos utilizados para añadir una resistencia eléctrica entre dos puntos de un circuito, de manera que nos permite distribuir adecuadamente tensiones y corrientes a lo largo de nuestro circuito.

## 8.3 Entorno de programación

El lenguaje de programación de Arduino es una implementación de Wiring, una plataforma de computación física parecida que a su vez se basa en Processing, un entorno de programación multimedia.

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas con microcontroladores disponibles para la computación física. Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT, y muchos otros ofrecen funcionalidades similares. Todas estas herramientas organizan el complicado trabajo de programar un micro controlador en paquetes fáciles de usar. Arduino, además de simplificar el proceso de trabajar con micro controladores, ofrece algunas ventajas respecto a otros sistemas a profesores, estudiantes y amateurs:

- Asequible - Las placas Arduino son más asequibles comparadas con otras plataformas de micro controladores. La versión más cara de un módulo de Arduino puede ser montada a mano, e incluso ya montada tiene un valor bastante menor de \$ 80.00 dólares americanos.
- Multi-Plataforma - El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para micro controladores están limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y directo - El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para

los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing, con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino.

- Software ampliable y de código abierto- El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C en el que está basado.
- Hardware ampliable y de Código abierto - Arduino está basado en los micro controladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión para placa de desarrollo para entender cómo funciona y ahorrar algo de dinero.<sup>15</sup>

## 9. Video vigilancia y sensores de movimiento

### 9.1 Video vigilancia

El video vigilancia consiste en instalar cámaras de vídeo que son grabadas en un grabador digital y que pueden ser vistas en un monitor central. Los sistemas de video vigilancia son muy sencillos de utilizar ya que se manejan de forma similar a un vídeo doméstico.

Un sistema de video vigilancia sirve para muchas cosas, por ejemplo permite grabar las imágenes de las cámaras mientras no se está presente, también permite ver en tiempo real lo que está haciendo cada persona, controlar las diferentes dependencias y rincones sin tener que moverse y tener una visión global de todas las instalaciones.

Las cámaras de video vigilancia tienen, además, efecto disuasorio contra los robos y el vandalismo. En el caso de los robos, funciona tanto con los clientes externos, como con los propios empleados, tal y como lo demuestran los estudios de seguridad en el comercio realizado por la Universidad de Florida en 2005, en el que se detalla que el 47% de las pérdidas por robo en los comercios proceden de los propios empleados.

La gran ventaja de tener grabaciones disponibles de todo lo que sucede es que no se tiene que estar físicamente presente para poder ver las cosas. Cada vez que ocurre algún incidente, se puede revisar las grabaciones para comprobar lo que ha ocurrido. Los grabadores digitales suelen ser de 4, 8 o 16 cámaras por lo que se puede ver en una sola pantalla hasta 16 cámaras de forma simultánea.<sup>16</sup>

## 9.2 Sensores de movimiento

Los sensores de movimiento son aparatos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder “mapear” o captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado. Estos sensores de movimiento, adscritos sobre todo a cámaras de seguridad, puertas en almacenes y centros de estudios, etc., son uno de los dispositivos más reconocidos e importantes dentro de la seguridad electrónica, que tanto ha apostado por dos aspectos fundamentales: el tamaño y la funcionalidad de cada uno de los equipos que usan durante el proceso. Y es que los sensores de movimiento que podemos ver, por ejemplo, encima de las entradas y salidas de establecimientos públicos que se activan con sólo la movilidad específica de los sujetos, cumplen a cabalidad con estas leyes, si se puede decir así, de la seguridad virtual de cada día.<sup>17</sup>

Es conveniente mencionar que el detector de movimiento es un dispositivo electrónico equipado de sensores que responden un movimiento físico. Se encuentran, generalmente, en sistemas de seguridad o en circuitos cerrados de televisión. El sistema puede estar compuesto, simplemente, por una cámara de vigilancia conectada a un ordenador que se encarga de generar una señal de alarma o poner el sistema en estado de alerta cuando algo se mueve delante de la cámara, aunque para mejorar el sistema se suele utilizar más de una cámara, multiplexores y grabadores digitales. Además, se maximiza el espacio de grabación, grabando solamente cuando se detecta movimiento.

## CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló dentro de la metodología de la investigación cualitativa del tipo exploratorio, la cual consiste en una revisión general de la domótica y la factibilidad de implantación a través de un proyecto en la FIUEES. Como investigación cualitativa, se utilizó la entrevista como

instrumento de extracción de información para dicho trabajo, adicionalmente todo la teoría relacionada con el tema.

Los trabajos de investigación del tipo exploratorio no emplean en su análisis una hipótesis, por lo que no se plantea en este trabajo, pudiéndose utilizar solo para fines de referencia de la problemática y el cómo se plantea el problema a resolver.

## **2. Los sujetos beneficiados por dicho proyecto serán:**

- a) La comunidad de estudiantes de la FIUEES, ya que estarán mejor controladas las entradas, salida y estadías de los estudiantes, pudiendo determinar cuándo fueren utilizados por estudiantes de otras facultades ajenas a la FIUEES, y se dieran casos de extravío, daños, perdidas, etc.
- b) La comunidad docente que hace uso de los centros de computo, quienes tienen la responsabilidad de velar por el buen estado de las instalaciones y de la seguridad de los usuarios.
- c) La FIUEES, a quien se le facilitarán las labores de programación de uso de centros de cómputo, lo cual permitirá un manejo más eficiente de los recursos, que en el futuro podrá traducirse en ahorros por vigilancia, por consumo energético, por reclamos de estudiantes, por daños en equipos que no fueron apagados, por mantenimiento de equipos, etc.
- d) La comunidad educativa de la UEES se concientizará en el área de responsabilidad y conservación de los recursos de la Universidad Evangélica.

Otros aspectos a considerar desde la perspectiva teórica que conlleva la implantación de un laboratorio de cómputo domótica son los siguientes:

## **3. La conveniencia**

Los laboratorios de cómputo inteligentes son convenientes para las autoridades de la Institución Educativa, usuarios y Directorio Ejecutivo en el sentido del ahorro, de la comodidad, de la flexibilidad, de la funcionalidad y, sobre todo, en la rentabilidad que estos representan.

#### 4. La seguridad

El saber que un laboratorio de cómputo inteligente cuenta con sistemas de seguridad de alta tecnología que siempre resguardan y cuidan la integridad de sus ocupantes es reconfortante y satisfactorio para todos aquellos que ocupa un espacio en la Institución.

#### 5. La vanguardia e integración

Los productos de alta tecnología para los laboratorios de cómputo inteligentes son para usarse y ser integrados entre ellos y proveer la satisfacción total de las necesidades básicas y particulares de los usuarios.

Las tecnologías aplicadas en las áreas de alta seguridad y áreas restringidas se ponen al alcance de todos aquellos que quieran sentirse seguros, confortables y, sobre todo, que su inversión le va a significar un gran ahorro en los gastos de mantenimiento, supervisión y vigilancia.

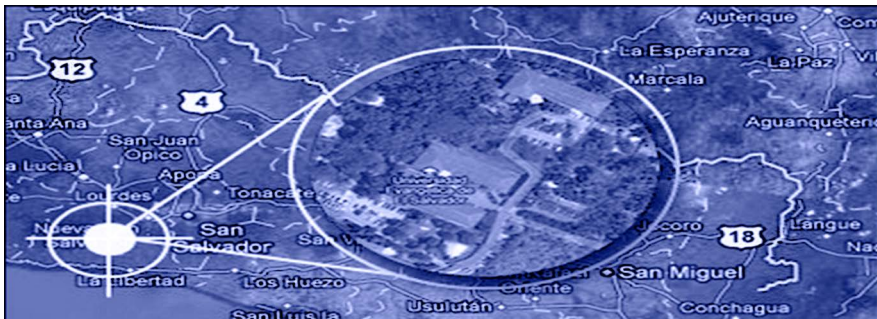
### CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1. Ubicación

La ubicación física que se define para el desarrollo del proyecto es: Prolongación Alameda Juan Pablo II, Calle El Carmen, San Antonio Abad, Facultad de Ingenierías, Universidad Evangélica de El Salvador.

Específicamente en el Centro de Cómputo No.1 de la Facultad de Ingenierías. En la siguiente figura se visualiza la ubicación física de la Universidad Evangélica de El Salvador:

Figura 5. Plano de Ubicación de la Universidad Evangélica de El Salvador



## 2. Tipo de innovación

El tipo de innovación tecnológica se clasifica como mejora al proceso de gestión de la infraestructura física y bienes del centro de cómputo 1, con el propósito de procurar el ahorro de energía, aumentar los niveles de seguridad de los bienes y confort para los usuarios finales, aspectos fundamentales inherentes a los sistemas domóticos.

Se plantea innovación de PROCESOS a través de la gestión automatizada de la infraestructura y bienes del centro de cómputo y también se plantea innovación de PRODUCTO, considerando la infraestructura como un producto. Esta última será modificada con la integración de una serie de dispositivos eléctricos y electrónicos gobernados por una aplicación informática.

## 3. Unidades de análisis

Las entidades que se analizan para formular la propuesta de solución principalmente serán las autoridades de la FIUEES, en calidad de responsables de gestionar la infraestructura y los bienes del centro de cómputo 1, además se incluirán estudiantes y docentes por ser los que desarrollan el rol de usuarios finales, sin omitir analizar la infraestructura actual como escenario en el que se implementarán las mejoras a proponer. Las principales unidades que serán analizadas son las siguientes:

- Responsables de gestionar la infraestructura y bienes del centro de cómputo
- Usuarios finales de la infraestructura física del centro de cómputo
- Infraestructura física actual del centro de cómputo

## 4. Variables de medición

### 4.1 Definición de las variables

Las variables intervinientes están orientadas a la descripción del estado actual del escenario que será mejorado, el reconocimiento de los requerimientos y la identificación de los procedimientos de gestión actuales, y a proponer, basados en principios de automatización domóticos.

Variable independiente- causa: Principios domóticos aplicados para la gestión automatizada de la infraestructura física del centro de cómputo 1.

Variables dependientes- efecto:

- Seguridad de bienes
- Ahorro de recursos energéticos
- Control de actividades.

En el siguiente cuadro se especifican las variables a intervenir, los indicadores y como serán cuantificadas:

Variables	Indicadores	Medición
Principios domóticas aplicados para la gestión automatizada de la infraestructura física del centro de cómputo 1.	Tipo de principio domótica	Conteo por tipo
	Área de acción	Dimensionar el área de cobertura con base al nivel de impacto
	Eficiencia	Cumplimiento de expectativas proyectadas para la gestión y uso
	Costo - beneficio	Inversión vrs ahorro Inversión vrs seguridad Inversión vrs confort
Seguridad de bienes	Probabilidad de extravío	Porcentaje proyectado con base a la incertidumbre de qué suceda
	Probabilidad de daño	Porcentaje proyectado con base a la incertidumbre de qué suceda
Ahorro de recursos energéticos	Consumo	Monitoreo
	Desperdicio	Monitoreo
Control de actividades	Cantidad de nuevas o menos actividades de control	Conteo de actividades nuevas o menos
	Autonomía de proceso de control	Identificar el nivel de participación humana en los proceso de control

## 4.2. Indicadores y su medición

### a) Instrumentos de medición

En el ANEXO “A”, INSTRUMENTO DE MEDICION, se muestran las encuestas dirigidas al personal de tiempo completo de la Facultad de Ingenierías y al personal hora clase con el propósito de medir el grado de incidencia de la implementación de un proyecto de domótica en la FIUEES.

### b) Determinación de la Población

Para la realización de esta investigación se eligieron los siguientes grupos de personas:

- 6 ingenieros y técnicos de planta de la Facultad de Ingeniería de la UEES.
- 20 profesores hora clase de diferentes materias que se imparte en el centro de cómputo No.1 (de la FIUEES y de otras facultades).
- Otros usuarios administrativos, técnicos y de soporte de informática.

### **c) Determinación del tamaño de la muestra**

La muestra para el desarrollo del trabajo está constituida por 26 personas. Se realizó el estudio utilizando el Muestreo dirigido intencional, tomando al personal involucrado en el control de la asignación del centro de cómputo y carga docente (materias a impartir), pero dada la situación de que es un número muy pequeño no se procederá a utilizar la fórmula que determina la muestra.

## **4.3. Técnicas y procedimientos a emplear en la recopilación de la información**

Para recopilar la información, se emplearán las siguientes metodologías de investigación:

- Visitas de evaluación al Centro de Cómputo: estas tendrán como objetivo determinar los requerimientos tecnológicos necesarios para efectuar la implementación.
- Encuestas: dirigidas a los docentes hora clase y al personal permanente de la FIUEES, con el propósito de establecer los parámetros de percepción y satisfacción de los usuarios de los centros de cómputo.
- Entrevistas: Consiste en la obtención de información oral de parte del personal administrativo y de planta de la FIUEES en forma directa del fenómeno investigado. Se efectuará una conversación con la decana de la Facultad, en la que se harán una serie de preguntas encaminadas a la recopilación de información.
- Metodología de Ciclo de Vida del desarrollo de proyectos de informática.

## **5. Análisis de consumo de energía eléctrica**

Como no existe forma de medir el gasto de acuerdo a la facturación de manera independiente para la Facultad de Ingenierías y específicamente para el centro

de cómputo, en donde se instaló el proyecto de domótica, se procedió a hacer el cálculo de consumo de forma empírica, de acuerdo al uso que se ha establecido durante el transcurso del ciclo II/2012, conforme a bitácoras de préstamo llevadas en la Facultad, mientras que para el caso de la medición después de instalado el proyecto, se realizó de forma nominal tomando una medición del consumo por hora por equipos dentro del Centro de Cómputo y el nuevo horario elaborado por evento por hora de utilización. Lo anterior se describe a continuación:

Análisis pre implantación de proyecto de domótica

No.	Equipo	Consumo /U(KW)	Total horas	Consumo/U (KW-h)	Cantidad	Total consumo (KW-h)
01						
03						
<b>Total consumo (KW-h) =</b>						

Análisis post implantación de proyecto de domótica

No.	Equipo	Consumo/ U(KW)	Total horas	Consumo / U (KW-h)	Cantidad	Total consumo (KW-h)
01						
02						
<b>Total consumo (KW-h) =</b>						

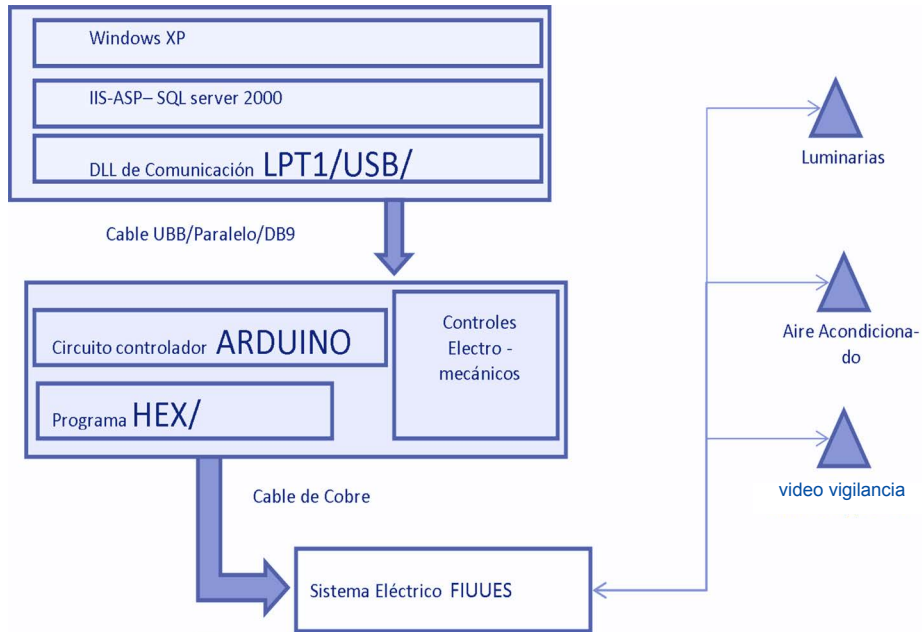
## 6. Metodología de implementación

### 6.1. Planteamiento de la propuesta tecnológica

Diseñar, construir e implementar controles electrónicos de domótica, utilizando micro controladores ARDUINO, para programar los sistemas de encendido/apagado de luminarias, control de aires acondicionados y video vigilancia, integrado bajo una plataforma de control web.

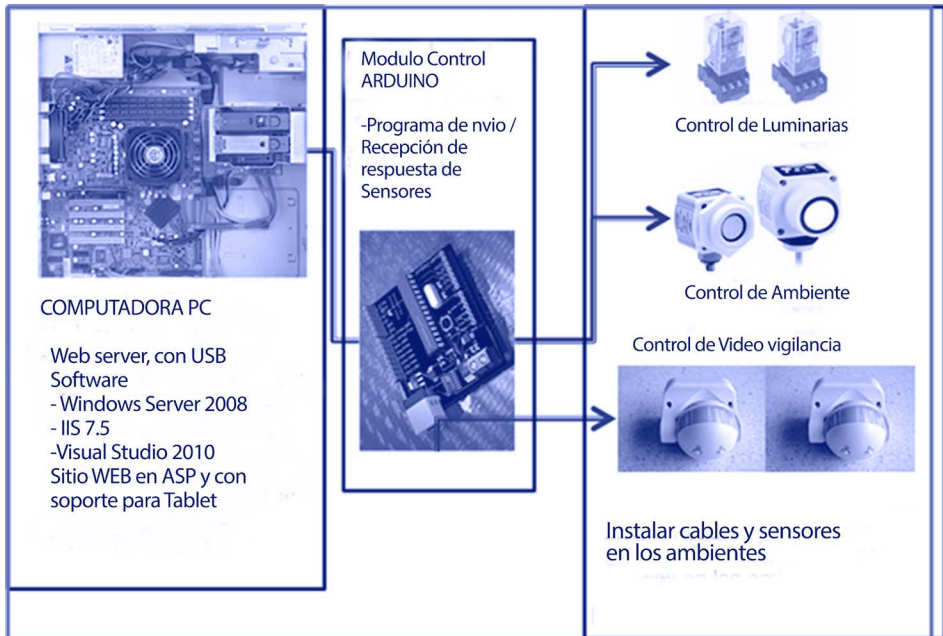
En el siguiente diagrama se presenta el concepto básico del proyecto:

**Figura 6. Diagrama conceptual de propuesta tecnológica.**



En el siguiente diagrama se muestra cómo se efectuó la interconexión física de los elementos propuestos de la implementación.

Figura 7. Diagrama de elementos físicos.



## 6.2 Cuadro comparativo de factores o problemas tecnológicos y su posible solución.

En el siguiente cuadro, se detallan las dificultades y/o limitantes tecnológicas que deberán ser superadas por el grupo de desarrollo.

No.	PROBLEMA/LIMITANTE TECNOLÓGICA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
1	Interface Usuario Computadora que permita: - Administrar los ambientes (Crear, Eliminar, Modificar) - Agregar a cada ambiente los controles y sensores asociados a él. - Informar al Usuario del estado de cada dispositivo	Análisis y Diseño del Sistema de Control Manager de DOMOTICA, bajos la plataforma WEB, que cumpla con los requisitos de: - Ambiente WEB, para desplegar en dispositivo móvil - integrar controles de Cámaras de Video y Sensores - Utilizar la plataforma de Sistema Operativo WINDOWS SERVER 2008
2	Desarrollar el programa de control intermedio entre la Computadora (control Manager)	Instalación y configuración del Sitio Web, con la aplicación desarrollada en ASP.NET, para administrar el Sistema Domótico
3	Interconectividad e intercambio de datos entre el modulo control y el circuito Control	Construcción de la Interface física (cable) entre la Computadora y el Circuito Control Arduino

4	Implementar los controles lógicos del circuito controlador para recibir los datos de los sensores y enviar el comando al circuito actuador	Análisis y diseño del programa en C++ y su posterior compilación en Assembler, para cargarlo en el Circuito Arduino.
5	Interconectividad e intercambio de información entre el circuito control Arduino y los controles de Relé (electromecánico)	Elaboración del circuito electrónico, utilizando Opto acopladores, circuitos de puente de weastton y relé, en el sitio central y en los circuitos eléctricos de la FIUEES
6	Implantación de interconectividad independiente para circuito de cámaras de video vigilancia IP y Circuito control	Instalación y configuración de Red Inalámbrica (WIFI), utilizando router inalámbrico independiente para circuito de cámaras IP
7	Integrar controles de encendido/apagado de luminarias, aires acondicionados de la FIUEES al sistema de control manager	Instalación del circuito SAE en cada control de encendido apagado análogo, según las normas de instalaciones eléctricas.

## 7. Desarrollo del plan de implementación

### 7.1 Personal participante

Para el desarrollo del presente proyecto, se formó un grupo con un investigador principal, cuatro (4) investigadores auxiliares, así como de tres (3) grupos de trabajo integrados por alumnos y técnicos a tiempo completo de la FIUEES, conformados de la siguiente forma:

- Un investigador principal, a tiempo completo de la FIUEES.
- Tres grupos conformados de la siguiente forma:
- Grupo de Módulo control, formado por un profesor y cuatro alumnos.
- Grupo de Módulo Arduino, conformado por un profesor y tres alumnos.
- Grupo Control de Potencia, conformado por un profesor y un técnico de la FIUEES.

### 7.2 Fases de Desarrollo

Para la ejecución del presente proyecto de investigación, fue necesario desarrollar las siguientes fases o etapas:

### **Fase I: Análisis de la documentación técnica.**

En esta fase, se efectuó la investigación técnica de los elementos electrónicos, su adquisición en el mercado local, así como de la descarga de las herramientas de programación necesarias para la elaboración de los circuitos a diseñar.

También fue necesario que los grupos de desarrollo tomarán tiempo para aprender a usar las herramientas de software, de igual forma fue necesario adquirir las destrezas necesarias de electrónica y eléctrica para proceder al diseño de la solución final.

### **Fase II: Diseño de módulos.**

El objetivo de esta fase fue desarrollar los diseños de los prototipos de los circuitos controladores, circuitos de relé, interfaces de web y otros, ya sea en planos, ProtoBoard o papel, para ser evaluados por el grupo de coordinación del proyecto.

En esta fase fue necesario establecer los estándares que deberán implementarse, tales como, los circuitos de alimentación de energía eléctrica comunes a todos, las interfaces electrónicas que deben construirse para comunicar cada módulo con sus módulos similares, y la interface web necesaria para su integración en un solo sitio web.

### **Fase III: Construcción de los módulos controladores.**

La materialización del presente proyecto se desarrolló en este punto, ya que se tomaron las directrices del grupo de investigación con el propósito de armar los circuitos eléctricos y electrónicos.

Para integrar cada diseño, deberán construirlo sobre circuitos impresos y con los elementos montados y soldados sobre un solo módulo.

Esta fase fue la de mayor duración, ya que involucró la prueba y el error, antes de la fase de implementación.

### **Fase IV: Implantación de módulos y de instalación de los controles domóticas.**

Cuando los módulos fueron construidos y probados, entonces se procedió a realizar la integración de todos los módulos integrados en un Aula/Ambiente/ Oficina/Cuarto en la FIUUES.

## Fase V: Puesta en operación.

Esta fase comprendió la entrega del proyecto a la FIUEES, y su posterior puesta en ejecución y operatividad del mismo.

### 7.3 Coordinaciones técnicas

- Los módulos desarrollados tienen una interface WEB que permite el control y programación de eventos (encendido, apagado, en pausa, etc.), el cual permite su administración desde la Red FIUEES.
- Los controles de encendido y apagado dentro de cada módulo, que permite el control de las instalaciones eléctricas, deberán funcionar para 110 volt.
- Cada grupo desarrolló un circuito integrado modular que incluya el Micro controlador y la interface a los controles de encendido/apagado, los cuales se integraron en un gabinete común para los módulos.
- El módulo controlador cumple con las siguientes especificaciones técnicas:
  - Controla relé o dispositivos de corriente alterna de 110 volts.
  - Debe ser alimentados por 12volt, máximo o 5 volts mínimo.
  - Cada módulo debe contar con una interface USB para la carga de los programas HEX/BIN.
- El grupo coordinador definirá el estándar por medio del cual todos los módulos se comunicarán con el módulo de mando (modulo web).
- El módulo de mando (Web) deberá desarrollarse para ser utilizado bajo el protocolo https, y deberá contar con las medidas de seguridad y acceso al mismo.
- El modulo web deberá estar programado para ser integrado a la red educativa de la FIUEES, es decir que pueda ser accedido por cualquier punto de la red, siempre y cuando se tenga acceso a la misma.

### 8. Cronograma de actividades

El presente proyecto tuvo una duración de cinco (5) meses, de trabajo. En el ANEXO "A" CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES se presentan las actividades, el orden de desarrollo y tiempos estimados de cada una de las actividades del presente proyecto.

Del cronograma anterior, se pueden mencionar las fechas críticas, según se detallan a continuación:

- Inicio del proyecto: 17 AGO 012
- Entrega del Perfil de proyecto a COIN : 10 OCT 012
- Entrega de Anteproyecto a COIN : 10 NOV 012
- Entrega de 1er desembolso: Primera semana de NOVIEMBRE
- Entrega de 2do desembolso: Primera semana de DICIEMBRE
- Entrega de 3er desembolso: Primera semana de FEBRERO
- Entrega de diagramas y planos de implantación: 28 ENERO 013
- Entrega final del proyecto: Segunda Semana de MARZO 013

## 9. Presupuesto

En el ANEXO “B” CUADRO DE INVERSION/DESEMBOLSOS DEL PROYECTO DOMOTICA se presentan el monto total del proyecto, así como el plan de inversión especificado en tiempo, con el propósito de planificar las compras y los desembolsos, según sean los resultados obtenidos.

El monto total del proyecto es de \$4,000.00 dólares, los cuales incluyen los materiales para la construcción de los circuitos eléctricos, electrónicos y de computación, así como, el pago de honorarios para cuatro (4) investigadores.

Para la adquisición del material eléctrico y electrónico con el cual se elaborarán los circuitos de control análogo y de potencia se utilizarán proveedores locales. Las herramientas necesarias para desarrollar este proyecto serán entregadas a la FIUEES.

La adquisición de los circuitos Arduinos y sus accesorios serán obtenidos mediante la empresa TRANS EXPRESS, bajo el servicio de compras en línea, que entregará las facturas a nombre de la Universidad Evangélica de El Salvador.

En el ANEXO “C” COTIZACIONES DE EMPRESAS LOCALES E INTERNACIONALES se presentan los precios de los componentes eléctricos, electrónicos y de computación, presentados por empresas locales y extranjeras.

## CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño y la implementación de un sistema automatizado capaz de controlar recursos en un espacio físico demuestran un confort hacia los usuarios y a su vez un ambiente tecnológico. La domótica es precisamente la combinación de varios sistemas para administrar el uso de recursos tales como la electricidad, la iluminación y la seguridad.

El desarrollo de este proyecto se logró con el conocimiento de múltiples disciplinas como la electrónica, la informática, el cableado estructurado y la eléctrica.

En primera instancia se crearon diferentes sistemas informáticos que servirían para poder tener una comunicación o una interacción con los diferentes dispositivos electrónico, como por ejemplo apagar o encender, habilitar o deshabilitar luminarias, aires acondicionado y cámaras. A cada una de ellas se otorgaba su buen funcionamiento por medio de pruebas hasta lograr un eficaz funcionamiento.

Se utilizaron varios software así como gestores de base de datos para la creación de del sistema, convirtiendo el sistema como un sistema híbrido.

**Un sistema híbrido** es la combinación de dos o más *software* o lenguajes de programación que se utilizan para la creación de uno solo, el cual es capaz de interactuar con diferentes *hardware* y cubrir varias necesidades.

Consideramos que era fundamental crear la **programación informática híbrida** ya que es el punto central o la parte inteligente del proyecto, y además se contaba con una variedad de *hardware* que era necesario interconectar entre sí para el funcionamiento y para una comunicación fluida.

Para fines de comprensión, el *hardware* instalado son sensores, circuitería, cámaras, Arduino, módulos de expansiones, fuentes, computadora, router, switch, etc.

Para la intercomunicación de este hardware se utilizó los siguientes lenguajes de programación, tomando en consideración recurso propio de la universidad.

A continuación detalla una lista del software utilizado para la creación del sistema:

- Visual Basic
- C Sharp
- ASP

- C+ Arduino
- Herramientas de desarrollo de Arduino
- Editor compilador
- Librerías

La mayoría de estos recursos informáticos ya se contaba con las licencias que son propias de la Universidad Evangélica de El Salvador. Por esta razón no hubo costo económico, a excepción del software del Arduino.

Se conoce como Arduino a una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Este entorno de desarrollo es lo que se le llama C+ Arduino, hardware que se obtuvo del mercado internacional por su carencia en el mercado nacional.

Para el diseño y desarrollo del software que se utilizó para el almacenaje de información se hizo uso de la siguiente herramienta: SQL3

Esta permitió crear una Base de Datos lo suficientemente confiable y segura para el almacenaje de información producto del sistema híbrido.

Para la creación de un interface gráfico, amigable y capaz de interactuar con el usuario, se utilizó un ambiente web creado con el siguiente software:

### **Ambiente WEB**

- Dreamweaver 5.5
- Java script

Para sostener todo este conjunto de sistemas se instaló y configuró un servidor, que es donde se aloja el control master:

- Servidor
- Windows server 2008

Las siguientes fotografías muestran el trabajo y el desarrollo del sistema.

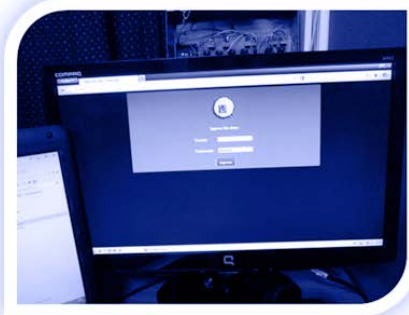
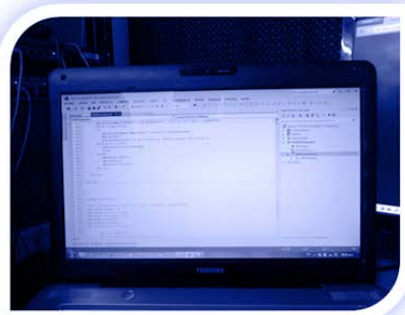
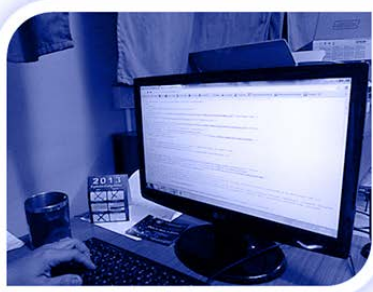
### Creación de Base de Datos



### Probando la Base de Datos



### Creando la Interface en ambiente WEB.



Para la comodidad de los usuarios del Centro de Cómputo 1, se identificó el mejor diseño para la colocación de una red de sensores capaz de percibir el movimiento, así como la iluminación, la temperatura y el sistema de seguridad.

### Diseño del centro de Computo 1

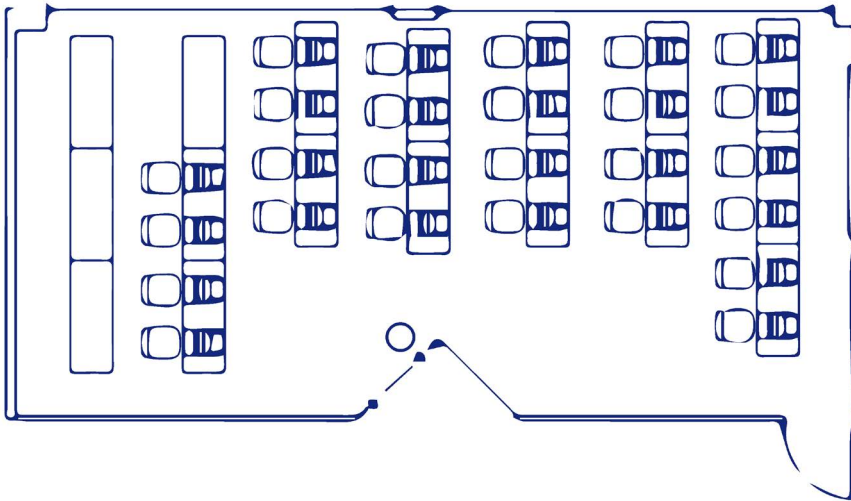


Figura 8. Diseño actual del Centro de Cómputo 1.

### Nuevo Diseño

### Diseño del Centro de Computo 1

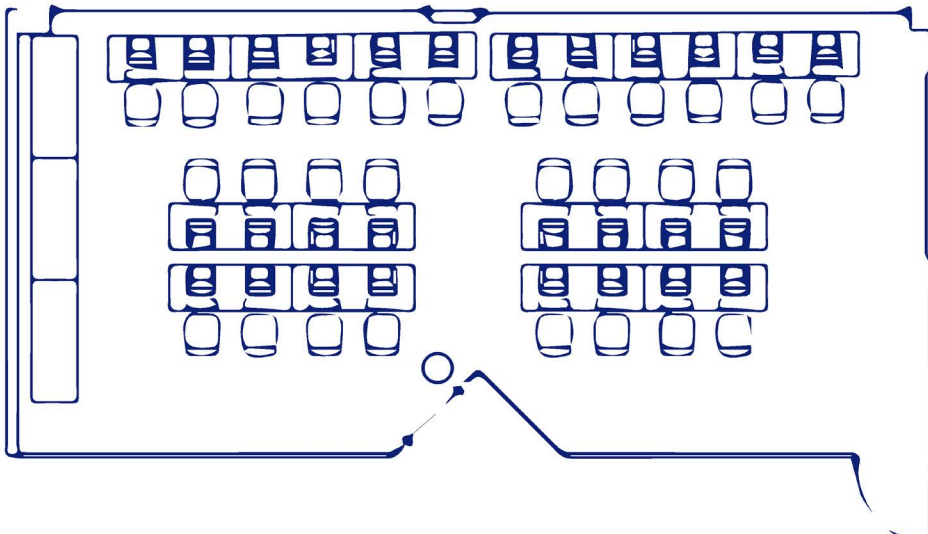


Figura 8.1. Diseño propuesto del Centro de Cómputo 1.

Para la implementación del nuevo diseño, se modificó la instalación eléctrica, se cableó una red para interconectar cuatro cámaras IP de monitoreo y sensores.

### Nuevo Diseño

#### Red de cámaras y sensores de movimiento, luz y temperatura

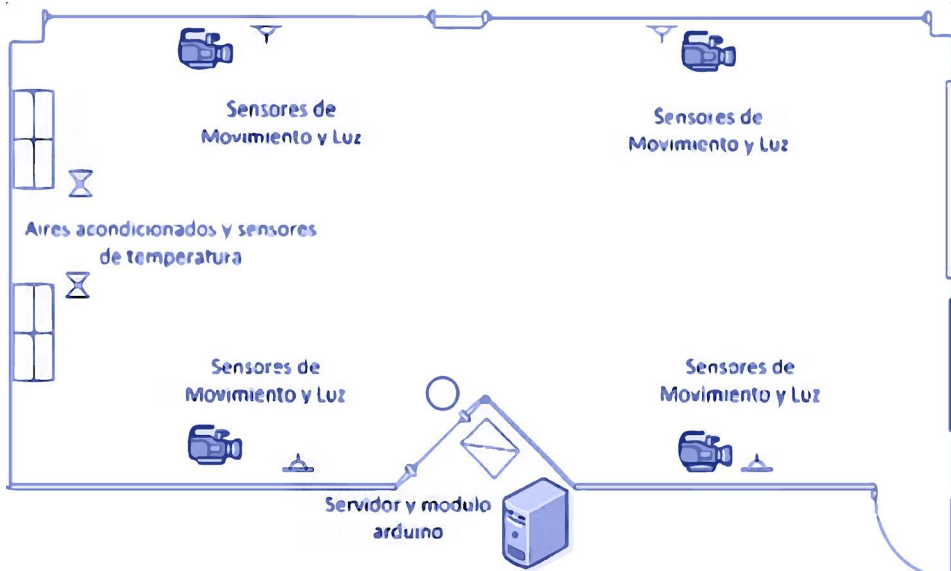


Figura 8.2. Diseño propuesto para cámaras de seguridad y sensores del Centro de Cómputo 1.

### Modificando el sistema eléctrico





Instalando y cableando red de cámaras IP.



## Diseño y creación de circuitería

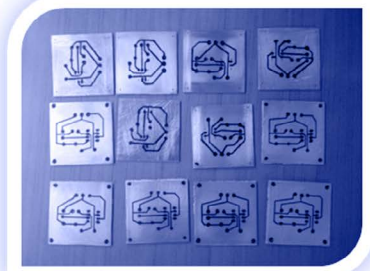


## El quemado de pistas proyecto domótica

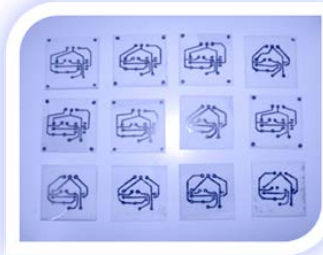


Los componentes electrónicos deben de ser colocados en una placa especial con soldadura electrónica. Esta placa debe pasar por el proceso de quemado mediante un químico, Percloruro de hierro, para realizar las conexiones entre los componentes.

### Producto antes del quemado



### Producto después del quemado



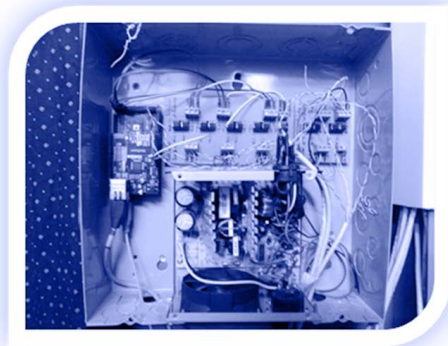
### Soldadura de elementos electrónicos



## Implementación de acoplamiento de sensores y computador



## Instalación del módulo y el servidor



Con la ejecución de este proyecto se logró lo siguiente:

- Se diseñó y se implementó el proyecto de domótica en el Centro de Cómputo 1 de la FIUEES, logrando un control centralizado de los equipos, confort y seguridad para los usuarios, así como un rediseño de ubicación de equipos.
- Se implementó la nueva propuesta tecnológica para fomentar el uso de la tecnología.
- Se ha logrado la innovación tecnológica al desarrollo de este proyecto.

- Se tiene un sistemas de control de monitoreo.
- La realización de este proyecto fue por un grupo de docentes y estudiantes obteniendo un grado considerable de experiencia y satisfacción por cada logro obtenido en las diferentes etapas de desarrollo de este proyecto.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 1. Conclusiones:

Al inicio de esta investigación surgieron muchas ideas que colaboraron en los cimientos de dicha investigación, compartiendo experiencia y conocimiento con el equipo de trabajo.

El equipo fue conformado por un grupo de docentes que tuvieron el apoyo de estudiantes de distintos niveles de la carrera de ingeniería.

Para darle solvencia a la problemática expuesta, se aplicó tecnología que cubriera las necesidades y/o problemáticas planteadas.

La investigación conlleva a una mejora continua dentro de todos los procesos de la Facultad, centralizando el control, seguridad y manejo del recurso del Centro de Cómputo. Esto propicia un mejor registro en el ingreso, estadía y salida del personal.

Existe una satisfacción de parte de los estudiantes, docentes y personal administrativo al implementar la mejora continua de la mano de la tecnología y seguridad y control del mismo.

Esto motiva a que los estudiantes puedan implementar proyectos similares, en donde involucren la seguridad, control, centralización y tecnología en distinta áreas.

### 2. Recomendaciones:

Se puede aplicar en un futuro la ampliación de dichos controles para los demás laboratorio de cómputo y aulas de la Facultad, siguiendo la mejora continua y haciendo los procesos de forma automatizada y controlada, e incluso para todo el campus universitario.

A medida se va mejorando o apareciendo nuevas tecnologías, se debe aprovechar la oportunidad de actualizar el equipo presente.

## FUENTES CONSULTADAS

1. Domingo Soláns Campo. Las nuevas Tecnologías al servicio de los Mayores DOMÓTICA. España. Universitat Per A Majors. (2005). (1): 5-6
2. Jazmín Aguirre Suárez. Interfaces “Actuadores electrónicos y Mecánicos”. México. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Vallarta. (2008). (1) : 2.
3. Enrique Mandado Pérez, Jorge Marcos Acevedo, Carlos F. Silva. Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. 2º Ed., Edit. Barcelona. MARCOMBO (2009), P.2
4. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado. (En Línea). Consultado 5 de octubre de 2012. Disponible en: [http://recursostic.educacion.es/secundaria/tecnologia/controladora/contenido/Descripcion/Circuito\\_control](http://recursostic.educacion.es/secundaria/tecnologia/controladora/contenido/Descripcion/Circuito_control).
5. Carmen Pesa, Luis Magaña. (2008). Desarrollo de software. Tipos abstracto e Datos. México. Vol. (1) : 2
6. Architectour ES. Arquitectos de EL Salvador. (En Línea). Consultada 5 de octubre 2012. Disponible en: <http://arquitectoures.blogspot.com/2012/02/universidad-francisco-gavidia-crece-de.html>
7. Martín Sierra, Antonio J. ASP.NET. RA-MA EDITORIAL, 2007. P. 5.
8. Consultor On Line. España 2005-2012. Consultas en Línea. Consultado 5 de octubre 2012. Disponible en: <http://www.misrespuestas.com/que-es-asp.html>
9. Consultor On Line. 2005-2012. Consultas en Línea. Consultado 5 de octubre 2012. Disponible en: <http://www.misrespuestas.com/que-es-asp.html>
10. Microsoft 2012. Biblioteca. (En Línea). Consultada 7 de octubre 2012. Disponible en: [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645984\(v=sql.100\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc645984(v=sql.100).aspx)
11. Jorge Pomares Baeza. Manual de Arduino. Grupo de Innovación Educativa en Automática. Universidad de Alcalá. España. (2009). Vol. (1). P. 2.
12. Pablo Murillo. 2011. Arduiteka, Sitio de consultas. (En Línea). Consultado 7 de Octubre de 2012. Disponible en: <http://www.arduteka.com/2011/12/componentes-el-servomotor/>
13. Jorge Pomares Baeza. Manual de Arduino. Grupo de Innovación Educativa en Automática. Universidad de Alcalá. España. (2009). Vol. (1). P. 2.
14. Gumersindo Fernández. 2012. Sitio Informativo en línea. (En Línea). Consultado 7 de octubre de 2012. Disponible en: <http://www.scoop.it/t/tecno4/p/2767967430/componentes-mi-primera-protoboard>
15. Lorenzo M. Oliver. 2012. Robótica Educativa. (En Línea). Consultada 9 de octubre 2012. Disponible en: <http://www.aprenderobotica.com/group/eslaprimavez/page/principiantes-arduino>

16. INTPLUS - 2012. Video Vigilancia. Mostrador en línea. (En Línea). Consultada 9 de octubre de 2012. Disponible en: [http://www.superinventos.com/sistemas\\_videovigilancia.htm](http://www.superinventos.com/sistemas_videovigilancia.htm)
17. Compañía Scribd. Biblioteca en Línea. (En Línea). Consultada 9 de octubre de 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/99036794/Resumen-Final-Sensores>.