

**PROTOTIPO SISTEMA INTERRUPTOR  
AUTOMÁTICO POR SENSOR CON FUNCIÓN DE  
MONITOREO POR COMPUTADORA**

**PROTOTIPO SISTEMA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR SENSOR CON  
FUNCIÓN DE MONITOREO POR COMPUTADORA**

**ANDRÉS LEONARDO RICAURTE VÁSQUEZ  
DAVID ERNESTO GÓMEZ VELASCO**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA  
GIRARDOT - CUNDINAMARCA  
2009**

**PROTOTIPO SISTEMA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR SENSOR CON  
FUNCIÓN DE MONITOREO POR COMPUTADORA**

**ANDRÉS LEONARDO RICAURTE VÁSQUEZ  
DAVID ERNESTO GÓMEZ VELASCO**

**TRABAJO DE GRADO, PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA**

**COORDINADOR TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA  
ING. ARMANDO DARÍO TOVAR DANIEL**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA  
GIRARDOT - CUNDINAMARCA  
2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera clara y con el mejor de los sentimientos expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Ing. Armando Darío Tovar Daniel, Coordinador del programa de Tecnología en Electrónica, Docente y amigo.

Ing. Oscar Díaz Romero, por sus valiosos aportes y acompañamiento desde el inicio de la investigación.

Ing. Javier Andrés Galvis, por la gestión, su voluntad de colaboración y el tiempo dedicado durante el desarrollo del prototipo.

Ing. Mauricio Contreras, Docente

Ing. Edwin Palacios, Docente

A todos aquellos a quienes, de alguna manera, contribuyeron significativamente para la realización de este proyecto, muchas gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	5
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
GLOSARIO.....	10
TITULO .....	12
INTRODUCCIÓN .....	13
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN .....	15
OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	17
ALCANCES Y LIMITACIONES .....	18
ANTECEDENTES .....	19
1.1 CONTROL AUTOMÁTICO.....	19
1.1.1 Principios del Control Automático.....	19
1.1.2 Las Guerras Mundiales y el avance del Control clásico .....	22
1.1.3 La Automática Definiciones y terminología .....	22
1.2 DOMÓTICA.....	24
1.2.1 Definiciones De Domótica.....	24
1.2.2 Características De Los Sistemas Domóticos.....	25
1.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA .....	26
1.4 SENSORES.....	26
1.4.1 Definición de algunos tipos de sensores .....	28
1.5 ACONDICIONADORES DE SEÑAL .....	32
1.6 ACTUADORES .....	33
1.7 UNIDADES DE CONTROL.....	34
1.8 SOFTWARE DE CONTROL .....	34

1.9	ARQUITECTURAS DE LA REDES DOMÓTICAS .....	34
1.10	TOPOLOGÍAS DE UNA RED .....	37
1.11	MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	38
1.11.1	Medios existentes utilizados en la transmisión de la información para los sistemas domóticos.....	39
1.12	CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y PROTOCOLOS DE LAS REDES DOMESTICAS.....	40
1.13	TECNOLOGÍAS PARA LA INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS ..	41
1.13.1	IEEE 1394 (“Firewire”). .....	41
1.13.2	Bus Serial Universal (USB). .....	42
1.13.3	IEEE 802.15 (“Bluetooth”). .....	42
1.13.4	IrDa. ....	43
1.14	TECNOLOGÍAS PARA REDES DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	
	43	
	MARCO LEGAL .....	46
	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	47
	BIBLIOGRAFÍA .....	52
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	55

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro análisis consumo energético promedio .....	16
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Reloj de agua de Ktesibios – Clepsydra –, del siglo III aC.....	19
Figura 2 Lámpara de aceite (Philon, 250 a.C.).....	20
Figura 3 Regulador de Watt .....	21
Figura 4 Variables de un sistema de Control .....	23
Figura 5 Control en Lazo Abierto.....	23
Figura 6 Control en lazo Cerrado .....	24
Figura 7 Tipos de sensores.....	27
Figura 8 Sensor de Temperatura clases.....	28
Figura 9 Sensor de Humedad .....	29
Figura 10 Sensores de Presión.....	29
Figura 11 Sensores Ópticos.....	30
Figura 12 Sensor de desplazamiento RVDT .....	31
Figura 13 Sensor de Movimiento Resistivo .....	31
Figura 14 Sensor de corriente lazo abierto.....	32
Figura 15 Unidad de Control Digital .....	34
Figura 16 Topologías de Red .....	35
Figura 17 Arquitectura Domótica Centralizada .....	35
Figura 18 Arquitectura domótica descentralizada .....	36
Figura 19 Arquitectura Domótica distribuida .....	36
Figura 20 Topología en Bus .....	37
Figura 21 Topología de una red en Anillo .....	37
Figura 22 Topología de una red de malla.....	38

Figura 23 Topología de una red en árbol .....	38
Figura 24 Tecnologías de redes domesticas .....	41
Figura 25 Diagrama de Bloques del prototipo .....	47
Figura 26 Sensor PIR.....	48
Figura 27 Esquema modulo sensor PIR.....	48
Figura 28 Diagrama de Bloques Controlador PIR.....	49
Figura 29 Diagrama Esquemático Conversor .....	50
Figura 30 Imagen Software de control.....	51

## GLOSARIO

**ALGORITMOS:** Un conjunto de reglas bien definidas para la solución de un problema en un número finito de pasos.

**BUS DE CONEXIÓN:** canal por el que circula información electrónica en forma de bits.

**DIELÉCTRICO:** Son los materiales que no conducen la electricidad, por lo que pueden ser utilizados como aislantes. Lo más utilizados son el aire, el papel y la madera.

**DOMÓTICA:** Conjunto de servicios en las viviendas, asegurados por sistemas que realizan varias funciones, pudiendo estar conectados, entre ellos a redes internas y externas de comunicación.

**ENCODERS:** Un encoder es un codificador rotatorio, también llamado codificador del eje, suele ser un dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en una clase de transductor.

**GALGAS EXTENSIOMÉTRICA:** Una galga extensiométrica consiste de un alambre muy fino, o más comúnmente un papel metálico arreglado en forma de rejilla.

**HARDWARE:** Es el conjunto de dispositivos físicos de los que se compone una unidad central de procesamiento.

**IMPEDANCIA:** La impedancia es una magnitud que establece la relación (cociente) entre la tensión y la intensidad de corriente. Tiene especial importancia si la corriente varía en el tiempo, en cuyo caso, ésta, la tensión y la propia impedancia se notan con números complejos o funciones del análisis armónico.

**INFRARROJO:** La radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas.

**INMÓTICA:** Es la automatización de edificios corporativos, hoteleros, empresariales y similares utilizando la más alta tecnología y convirtiéndolas en inteligentes.

**INSERCIÓN:** Proviene de la acción de introducir texto en el almacenamiento del búfer, ya sea con el teclado o copiándolo de otro lugar.

**LAN:** Local Area Network (Red de Área Local). red de datos de alta velocidad y un bajo nivel de errores que cubren un área geográfica relativamente pequeña. Las LAN hacen la labor de conectar entre sí a lugares de trabajo, conectan periféricos, terminales y otros dispositivos en un solo edificio o cualquier otra área geográficamente limitada. Los estándares LAN especifican el cableado y señalización en las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI.

**LATENCIA:** Intervalo de tiempo que media entre la presentación del estímulo y el inicio de la respuesta.

**PROTOCOLO:** Es un conjunto bien conocido de reglas y formatos que se utilizan para la comunicación entre procesos que realizan una determinada tarea.

**RADIOFRECUENCIA:** El término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz.

**URBÓTICA:** Es la aplicación de las tecnologías domésticas y de edificios inteligentes a las ciudades, a las que se denominaría ciudades inteligentes.

## **TITULO**

**PROTOTIPO SISTEMA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR SENSOR CON  
FUNCIÓN DE MONITOREO POR COMPUTADORA**

## INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, el hombre ha demostrado especial interés por los sistemas de control automático y todos aquellos aparatos que le permitan simplificar su estilo de vida. Hoy día existen productos y técnicas capaces de automatizar o robotizar las actividades domésticas, con el fin de aumentar el confort y la seguridad de los habitantes.

El Control Automático<sup>1</sup> ha tenido un rápido desarrollo en los últimos años. Sin embargo a lo largo del tiempo ha sufrido un proceso de evolución que se inició, aproximadamente, en el año 300 a.C., cuando los griegos empezaron a tener la necesidad de medir empíricamente el tiempo, y que ha continuado con etapas tan importantes como lo fueron la Revolución Industrial y las Guerras Mundiales.

Cuando la máquina de vapor fue inventada y se dio inicio a la Revolución Industrial, se inició paralelamente la necesidad de realizar un sistema de control para poder manipular los diferentes parámetros de esta máquina. Un ejemplo de esto fue el desarrollo del regulador de presión con el fin de controlar este parámetro en el sistema.

Tanto en la Primera como en la Segunda Guerra Mundial, la necesidad de implementar diferentes controles para barcos, aviones y demás, motivó y, a su vez, provocó que diferentes personas se vieran involucradas en el desarrollo de los mismos, dándose en estas etapas un gran aporte al desarrollo del Control Automático.

Desde el año de 1957, cuando empieza la era espacial y de la informática, Con los avances de la tecnología el control automático, se relaciono con procesos básicos y fundamentales en las diferentes áreas, dando paso a nuevas etapas en su proceso evolutivo, Generando nuevas ideas tales como El concepto de domótica, proceso que ha sido descrito desde mediados de la década de los ochenta.

Tanto el mercado americano como europeo, brindan sistemas de control de iluminación, aparatos con encendido automático, sistemas de alerta a condiciones atmosféricas, control de temperaturas independientes en los espacios de la vivienda, telemandos, etc., que funcionan sobre otras especificaciones técnicas y con unos costos elevados para ser adoptados en el mercado local.

El interés directo es mejorar la calidad y estilo de vida, llevando la tecnología de punta y los nuevos desarrollos al hogar y la industria, y como una forma de hacer la vida y el esparcimiento mucho más atractivo para las personas, adoptando el funcionamiento sistematizado y automático a los dispositivos y electrodomésticos.

---

<sup>1</sup> Breve Historia del Control Automático [En Línea]  
<http://www.esi2.us.es/~fsalas/asignaturas/CA3II/Breve%20historia%20del%20control%20autom%20E1tico.pdf> [Consultado 18 mayo 2009]

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Se puede implementar un sistema de monitoreo a un control automático?

El problema técnico que hay que abordar consiste en analizar y redefinir la estructura y el funcionamiento de los dispositivos automáticos de control o (Interruptor Automático) que actualmente se encuentran en el mercado implementando mejoras que nos permitan hacer aplicaciones mas complejas en su uso.

En general los sistemas de control (Interruptores Automáticos) que ofrece el mercado están lineados por una gran limitante, y su talón de Aquiles es el espacio a registrar o controlar. Son empleados con frecuencia en espacios reducidos como pasillos y baños.

Algunos de los sistemas de control más amplios permiten la instalación en paralelo de varios controles para ampliar su rango.

Con este proyecto buscamos integrar en un solo dispositivo esta limitante de espacio y crear un elemento capaz de controlar salones y/o cuartos de gran superficie. A la vez que presentamos como mejora e innovación, la posibilidad de realizar la función de monitoreo desde una computadora en interfaz con el dispositivo.

Sus aplicaciones pueden ser variadas como versátiles a la hora de implementar las ventajas del sistema. Dando en si un dispositivo de muy alto uso.

## JUSTIFICACIÓN

¿Cuál es la función del prototipo?

La idea de la aplicación de este dispositivo consiste en crear una medida de ahorro en el consumo energético en las instalaciones de la entidad o empresa que aplique este sistema. Sin distinguir el lugar de aplicación, este dispositivo nos ofrece una serie de ventajas, las cuales se derivan sus dos funciones principales:

- Al reducir el gasto energético no productivo, automáticamente se reducen los costos de operabilidad.
- La función de monitoreo por computadora nos ofrece una medida de control y seguridad.

¿Por qué, reducir el gasto energético no productivo es importante?

Ahorrar energía y utilizarla más eficientemente implica un cambio de hábitos y actitudes que favorecen la economía y protegen el entorno natural sin sacrificar o reducir nuestra comodidad y bienestar.

En la actualidad nos enfrentamos a un problema global de el cual se nos podrá ser muy difícil de escapar, pero que de cierta forma podemos buscar y aplicar soluciones rápidas y efectivas, ya que hay muchas medidas simples que se pueden tomar ahora mismo para disminuir los índices de contaminación por el desperdicio de energía eléctrica, de esta forma tenemos en conjunto un sistema que a demás de ahorrar energía, es más respetuoso con el medio ambiente.

¿Qué importancia tiene la función de monitoreo por computadora?

Desde el principio de los tiempos, el hombre siempre ha deseado tener el control de su entorno, saber que puede estar pasando en cierta área o lugar. Si pensamos en este principio como base de partida es de sutil importancia el manejo de la seguridad y el control.

Además la importancia de la implementación del sistema de monitoreo por computadora, nos abre las puertas de los avances tecnológicos enfocándonos en acciones a futuro y contribuyendo en nuestra economía y bienestar.

La idea principal para la ejecución del proyecto consiste probar esta aplicación demostrando su funcionalidad y las ventajas que nos ofrece el tener un control sobre las áreas monitoreadas, en las instalaciones de la **Universidad Minuto de Dios** seccional Girardot Sede García Herreros.

Luego de realizar un estudio informativo y de observación en las instalaciones de la Universidad Minuto de Dios, se puede afirmar que por desentendimiento y falta de compromiso del cuerpo estudiantil que la conforma, La universidad presenta un serio problema de gasto energético no productivo, puesto que las aulas de clase fueron encontradas en su mayoría con el sistema de iluminación activo sin personal estudiantil en ellas. Esto en repetidas ocasiones, entonces se puede concluir que el consumo energético no productivo que genera un salón de clases por semana es aproximadamente de Dos (2) horas. Lo que representa un incremento en el costo de consumo energético, entonces esto pasa de ser un simple problema de un olvido involuntario a ser un eslabón de perdida económico en la productividad de la institución.

Según la empresa de Energía de Cundinamarca<sup>2</sup> las componentes del Costo Unitario de Prestación del Servicio y los cuales dependen de la altura sobre el nivel del mar en la que se encuentre la cabecera del municipio al cual la empresa preste el servicio de energía eléctrica. Que es utilizada por la Empresa para facturar los consumos de sus usuarios en estrato Comercial No residencial es por un valor de (Trescientos noventa y tres pesos con Treinta y ocho centavos) \$ 393,38 Pesos colombianos, Kilovatio Hora.

Haciendo un análisis del consumo promediado se puede decir que:

<b>Elemento</b>	<b>consumo aproximado por Día</b>	<b>Consumo aproximado por Mes</b>	<b>Costo equivalente por mes</b>
Bombillo	5 hrs.	150	59000
Lámpara Fluorescente Mediana	5 hrs.	150	59000
Ventilador	5 hrs.	150	59000

**Tabla 1 Cuadro análisis consumo energético promedio**

Ventajas del sistema de monitoreo por computadora en las instalaciones de la Universidad Minuto de Dios:

Al tener la posibilidad de realizar esta función de monitoreo por computadora incorporada en el interruptor automático generamos un control de seguridad sobre las aulas de clase de la Universidad.

Además de ello su implementación permite tener conocimiento en los tiempos de uso de las aulas o la presencia de personas fuera de horarios establecidos.

La activación del sistema nos podrá indicar la presencia de personas en las zonas monitoreadas en horas no autorizadas, lo cual en conjunto con el sistema de vigilancia de la universidad nos ofrece un paquete complejo, evitando así posibles inconvenientes en las instalaciones en un futuro.

<sup>2</sup>Empresa de Energía de Cundinamarca [En Línea]  
[http://www.eec.com.co/eecesp/pdf/215\\_contrato\\_de\\_prestacion\\_de\\_servicios\\_con\\_condiciones\\_uniforme\\_snuevaversion.pdf](http://www.eec.com.co/eecesp/pdf/215_contrato_de_prestacion_de_servicios_con_condiciones_uniforme_snuevaversion.pdf) [Consulta: 18 Abril 2009]

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### Objetivo General

- Diseñar e Implementar un circuito para el control automático y manejo de las luces con función de monitoreo por computador, de las aulas de clase de la Universidad Minuto de Dios.

### Objetivos específicos

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera universitaria en las áreas mencionadas que son cobertura de este proyecto.
- Ser de motivación inicial para los proyectos de implementación en el área de la domótica y el control automático con miras al desarrollo de nuevas tecnologías como mínimo en la zona geográfica de Cundinamarca
- Optimizar y mejorar el funcionamiento de los interruptores de control existentes, creando un dispositivo de mayor rendimiento. Implementando la función de monitoreo por medio de una computadora con función para un dispositivo.
- Desarrollar el prototipo del dispositivo con una prueba a escala simulando uno de los salones de la **Universidad Minuto de Dios**.
- Desarrollar un esquema de ahorro de energético con nuestro prototipo.
- Establecer como prioridad una cómoda y fácil instalación del dispositivo.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES**

Este proyecto tiene como eje de desarrollo principal las instalaciones de la Universidad Minuto de Dios con sede en la ciudad de Girardot Cundinamarca. Sitio en el cual se Visualiza la instalación y uso de nuestro proyecto.

En este Prototipo pretendemos que su implementación sea diseñada como primer objetivo una mediana escala de prueba.

Como mejoras a futuro que ofrece el dispositivo tenemos la implementación de más canales de control

Acceso remoto al sistema de monitoreo y por medio del proceso de investigación podemos plantear la idea que generaciones futuras realicen activaciones de eventos sobre el prototipo por medio de mensajes de texto o vía mail aumentando así su nivel de uso.

La instalación del circuito se realizara como primera medida a escala Simulando uno de los salones de clase de la Universidad Minuto de Dios Seccional Girardot y se probara su funcionalidad, Como así mismo se trabajara bajo el software de monitoreo por computadora.

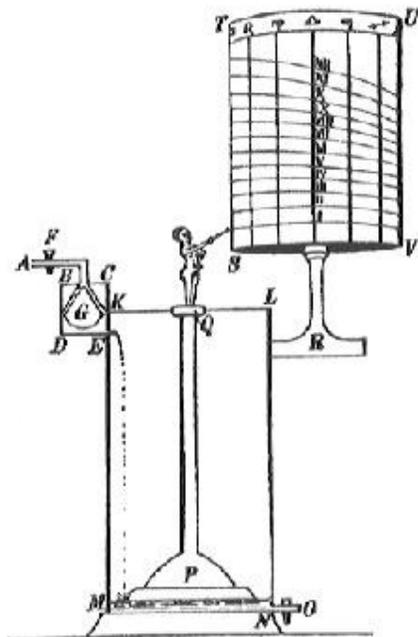
## ANTECEDENTES

### 1.1 CONTROL AUTOMÁTICO

#### 1.1.1 Principios del Control Automático

Desde hace siglos los avances tecnológicos han servido para hacer más cómoda la vida del hombre, rompiendo barreras y suprimiendo limitaciones.

El uso de la retroalimentación con el objeto de controlar un sistema ha tenido una historia fascinante. Las primeras aplicaciones del control con retroalimentación se basan en los mecanismos regulados con flotador desarrollados en Grecia, por Ktesibios en el periodo 0 a 300 a.C. Diseña un reloj de agua, conocido también como Clepsydra.

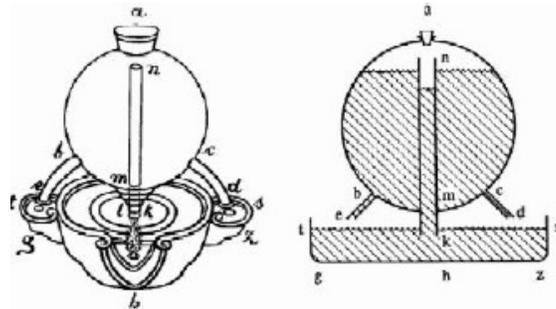


**Figura 1**Reloj de agua de Ktesibios – Clepsydra –, del siglo III aC

Fuente: EDICIONS UPC [En Línea] <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/IN03601M.pdf>  
[Consulta: 21 Marzo 2009]

Las Clepsydras consistían en un mecanismo cuyo objetivo era que el nivel de un depósito de agua subiera con una velocidad constante. Para lo cual se utiliza un flotador que regulaba la entrada de agua a un depósito auxiliar de manera que el nivel de este se mantenía constante y por lo tanto su caudal de salida al depósito principal.

Reguladores de flotación similares fueron desarrollados, como se observa en el tratado *Mechanica* de Philon de Bizancio<sup>3</sup> planteó la idea de una lámpara de aceite inventada en año 250 a.c., que usaba un regulador con flotador para mantener un nivel constante de aceite.



**Figura 2 Lámpara de aceite (Philon, 250 a.C.)**

Fuente: Premio Mechine [En Línea] <http://equipos.pucp.edu.pe/junior/bbb/inventores.htm>  
[Consulta: 21 Marzo 2009]

Entre otros Herón de Alejandría, publicó un libro titulado *Pneumatica*<sup>4</sup>, en el siglo I a.C. que contenía propuestas tales como mantener constante el nivel de aceite de una lámpara, dispensar vino automáticamente, abrir las puertas de los templos, etc. Entre el 800 y el 1200 d.C, los árabes utilizaron este tipo de reguladores, basándose en el principio de control *on/off* – (todo o nada). La invención del reloj mecánico en el siglo XIV convirtió en obsoleto el reloj de agua y su sistema de control realimentado o *feedback*, así como los sistemas derivados del mismo.

El primer sistema con retroalimentación inventado en la Europa moderna, fue el de Cornelius Drebbel (1572-1633) quien desarrolló un sistema de control de temperatura automático (termostato) para un horno, motivado por su creencia de que los metales básicos podían ser convertidos en oro manteniéndoles a una temperatura constante y precisa durante un período largo de tiempo. También usó este regulador de temperatura en una incubadora para gallinas ponedoras.

En 1681, Dennis Papin (1647-1712) inventó el primer regulador para calderas de vapor. El regulador de presión fue una especie de regulador semejante a la válvula de las ollas a presión.

En el año 1745, Edmund Lee, inventa un sistema para controlar automáticamente la orientación e inclinación de las aspas de los molinos de viento, de modo que se aprovechara mejor la dirección del viento. Se trataba del primer servomecanismo de posición. Fue patentado bajo el nombre de "Self-regulating Wind Machine". En esta patente [Lee 1745]<sup>5</sup> se describen dos mecanismos.

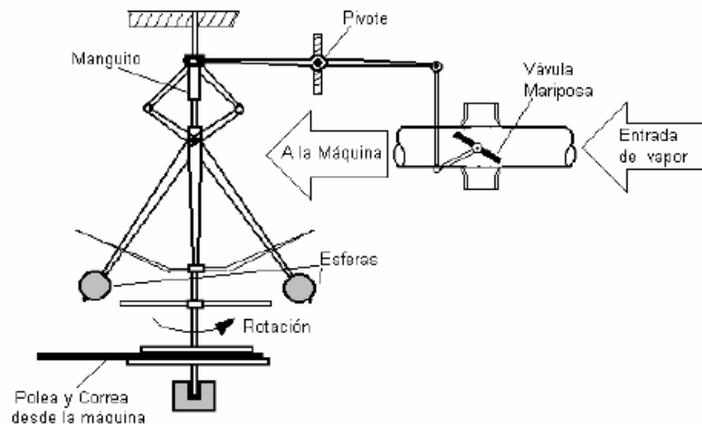
<sup>3</sup> Philon of Byzantium [En Línea] <http://www.gap-system.org/~history/Biographies/Philon.html> [Consulta 21 Marzo 2008]

<sup>4</sup> La Pneumatica de Heron de Alejandria [En Línea] <http://www.egiptomania.com/ciencia/pneumatica.htm> [cunsulta: 18 Mayo 2009]

<sup>5</sup> [Lee 1745] British patent 615,1745, Edmund Lee: *Self-regulating wind machine*. Otto Mayr: origins pp 93-99

- El molinillo de cola, el cual no gira si no se encuentra en la dirección normal al viento, y por lo tanto no hace girar la cúpula del molino.
- Un variador automático del ángulo de ataque de las aspas. Con el que se podía regular la velocidad de giro de las aspas del molino.

El primer regulador con retroalimentación automática usado en un proceso industrial fue el regulador centrífugo de James Watt (1736-1819) desarrollado en 1769 para controlar la velocidad de una maquina de vapor.



**Figura 3 Regulador de Watt**

Fuente: Principios del Control Automático [En Línea]

[http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/la\\_revolucion\\_industrial.htm](http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/la_revolucion_industrial.htm) [Consulta: 19 Mayo 2009]

El regulador de nivel de agua a base de flotador que se dice fue inventado por Iván Polzunov (1728 – 1766) fue en 1765, es el primer sistema histórico dado a conocer por la unión soviética. El flotador detecta el nivel de agua y controla la válvula que tapa la entrada de la caldera.

El periodo que precede a 1868 se caracterizo por el desarrollo de los sistemas de control automático inventados intuitivamente. James Clerk Maxwell (1831 – 1879) formuló una teoría matemática relacionada con la teoría de control usando el modelo de ecuación diferencial de un regulador.

En 1922, Nicholas Minorsky (1877- 1966), trabajo en controladores automáticos de dirección en barcos y mostró cómo se podría determinar la estabilidad a partir de las ecuaciones diferenciales que describen el sistema. “Reconoce la no-linealidad de los sistemas y aplica la linealización mediante el desarrollo en serie de Taylor a sistemas no-lineales correspondientes al movimiento angular de un buque. Estudia la estabilidad y los efectos de los retrasos de la información sobre las salidas de los Sistemas”<sup>6</sup>.

En 1932: Harry Nyquist (1889-1976), desarrollo un procesamiento relativamente simple para determinar la estabilidad de los sistemas de lazo cerrado sobre la base de la respuesta de lazo abierto con excitación sinusoidal en régimen permanente.

<sup>6</sup> [Nicholas Minorsky ]*Directional Stability of Automatic Steered Bodies*. J. Am.Soc Naval Eng.,1922,34, p.284

En 1940, los métodos de respuesta en frecuencia posibilitaron a los ingenieros el diseño de sistemas lineales de control de lazo cerrado que satisfacían los comportamientos requeridos, se incrementaron en número y utilidad los métodos matemáticos y analíticos.

Después de la II guerra mundial con el mayor uso de la transformada de Laplace y el plano de frecuencia compleja, continuaron dominando las técnicas del dominio de la frecuencia en el campo del control.

En 1960, gracias a la disponibilidad de los computadores digitales se hizo posible el análisis de sistemas complejos en el dominio del tiempo, desde entonces se ha desarrollado la teoría de control moderna, basada en el análisis y síntesis en el dominio del tiempo, utilizando variables de estado, con lo que se posibilita afrontar la complejidad creciente de las plantas modernas y los estrictos requisitos de exactitud, peso y costo en aplicaciones militares, espaciales e industriales.

### **Sistemas de potencia**

El desarrollo de la tecnología provocó la necesidad de una distribución eléctrica más adecuada. En 1880, G. Westinghouse en Estados Unidos y S. Z. de Ferranti en Inglaterra demostraron las ventajas de llevar la corriente de manera alterna.

Por este motivo se hizo necesario idear y perfeccionar métodos de regulación del voltaje sin importar la variación de la frecuencia debido a que la mayoría de cargas eran sólo luminarias. En 1902, General Electric diseñó lo que se llamó el regulador “Tirill”, el cuál fue el más usado en la época. Más tarde, fue aumentando el número de aplicaciones con dispositivos sensibles a las variaciones de frecuencia y mantener este parámetro constante se hizo más importante, por lo que se hicieron avances en el control de la frecuencia durante 1920, empleando un motor para controlar el punto de operativo de la turbina en el generador.

#### **1.1.2 Las Guerras Mundiales y el avance del Control clásico**

Otra etapa muy importante en el desarrollo de sistemas de control realimentado fue en la primera mitad del siglo XX con las guerras mundiales. La lucha de los diferentes países por tener las armas e implementos más avanzados, dio paso a un gran auge en la investigación tecnológica. En este periodo el Control Automático no fue la excepción por lo que su desarrollo en sistemas de navegación, aviación y demás fue rápido y conciso.

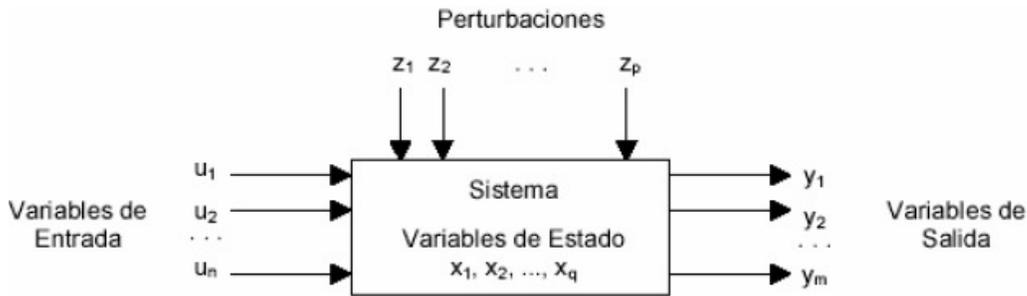
#### **1.1.3 La Automática Definiciones y terminología**

**La Automática o Control (automático)** de Sistemas trata de regular, con la mínima intervención humana, el comportamiento dinámico de un sistema mediante órdenes de mando.

**Sistema:** conjunto de elementos, físicos o abstractos, relacionados entre sí de forma que modificaciones o alteraciones en determinadas magnitudes en uno de ellos pueden influir o ser influidas por los demás.

### VARIABLES DE UN SISTEMA

Son magnitudes que definen el comportamiento de un sistema. Su naturaleza define el tipo de sistema: mecánico, eléctrico, electrónico.



**Figura 4 Variables de un sistema de Control**

Fuente: Instalación de sistemas automáticos [En Línea]  
[http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD\\_Tema4.pdf](http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD_Tema4.pdf)  
 [Consulta: 19 Mayo 2009]

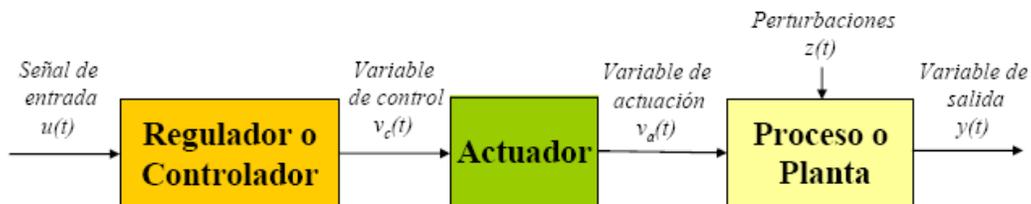
### VARIABLES DE ESTADO:

Conjunto mínimo de variables del sistema tal que, conocido su valor en un instante dado, permiten conocer la respuesta (variables de salida) del mismo ante cualquier señal de entrada o perturbación.

### CONTROL EN LAZO (O BUCLE) ABIERTO:

Los sistemas de control en lazo abierto son sistemas en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control, o dicho de otra forma, son aquellos en los que la señal de salida no tiene influencia sobre la señal de entrada.

La variable que deseamos controlar puede diverger considerablemente del valor deseado debido a las perturbaciones externas, por lo que, en este tipo de sistemas interesa una gran calibración de los componentes que forman las diversas etapas, así como la no existencia de dichas perturbaciones



**Figura 5 Control en Lazo Abierto**

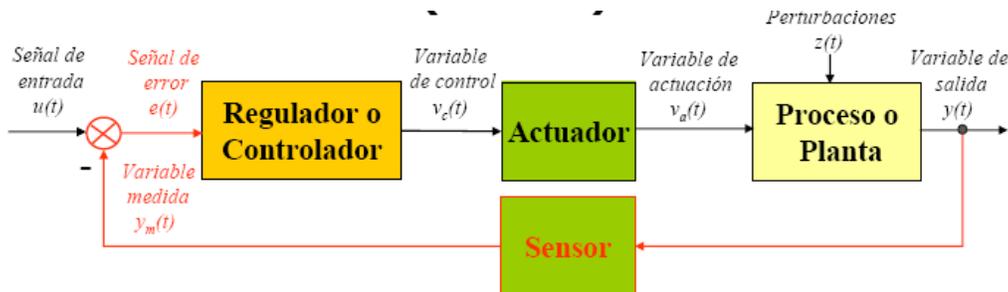
Fuente: Instalación de sistemas automáticos [En Línea]  
[http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD\\_Tema4.pdf](http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD_Tema4.pdf)  
 [Consulta: 19 Mayo 2009]

La señal de entrada (o referencia)  $u(t)$  actúa directamente sobre el dispositivo de control (Regulador), para producir, por medio del Actuador, el efecto deseado en las variables de salida  $y(t)$ . El regulador NO comprueba el valor que toma la salida.

### Control en lazo (o bucle) cerrado:

En un sistema para el control integral de un proceso se presentan perturbaciones no es recomendable utilizar sistemas de control en lazo abierto.

Resulta más conveniente cuantificar (referenciar) la señal o variable controladora e intervenir en la cadena de mando para que la variable controlada se parezca lo más posible a la señal de referencia dada por la señal de mando. Por ello, es necesario realizar una realimentación de la variable de salida a la entrada. Este procedimiento se denomina control en lazo cerrado.



**Figura 6 Control en lazo Cerrado**

Fuente: Instalación de sistemas automáticos [En Línea]  
[http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD\\_Tema4.pdf](http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD_Tema4.pdf)  
 [Consulta: 19 Mayo 2009]

La salida del sistema se mide por medio de un Sensor, y se compara con el valor de la entrada de referencia  $u(t)$ .

De manera racional se deduce que, de este modo, el sistema de control podría responder mejor ante las perturbaciones que se produzcan sobre el sistema.

## 1.2 DOMÓTICA

### 1.2.1 Definiciones De Domótica

En la actualidad, el término domótica es ampliamente utilizado, Pero en ciertas ocasiones se cae en un error recurrente al citar de forma incorrecta porque se emplea para referirse a cualquier tipo de automatización.

La palabra Domótica está conformada por la unión de la palabra “Domo” que etimológicamente proviene del latín “Domus” que significa casa y el sufijo “Tica” que

se adapta de la palabra automática, aunque muchos autores lo pueden diferenciar entre “tic” como tecnologías de la información y “a” de automatización<sup>7</sup>

En Francia se adoptó la unión de las contracciones “*Domo*” e “*Informatique*” para formar la palabra “*Domotique*”, que en 1988 se definía el término domótica en la enciclopedia Larousse como “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.”, cuyo objetivo es asegurar al usuario de la vivienda el aumento de estas características, por lo que la domótica se refiere al conjunto de las técnicas utilizadas para satisfacer las necesidades básicas del hombre y su entorno en cuanto a seguridad, confort y la automatización de la gestión e información de las viviendas

Domótica se puede definir más técnicamente como: "El conjunto de servicios de la vivienda garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí y a redes interiores y exteriores de comunicación. En inglés, idioma usualmente usado como referencia en términos de este tipo, se utiliza las expresiones “*Home Systems*” o “*Smart House*”.

La Asociación Española de la Domótica (CEDOM) define la domótica como: la incorporación al equipamiento en edificios singulares o privilegiados, comprendidos en el mercado terciario e industrial, de una sencilla tecnología que permita gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y confortable para el usuario los distintos tipos de aparatos e instalaciones domésticas tradicionales que conforman una vivienda (la calefacción, la lavadora, la iluminación, etc.)<sup>8</sup>

Domótica es un término que se utiliza para denominar la parte de la tecnología que integra el control y supervisión de los elementos existentes en un espacio habitable. De aquí se pueden desprender otros términos que hacen referencia al entorno inteligente: “Inmótica” y “Urbótica” que aunque están relacionados entre sí por medio de los procesos automáticos, su campo de acción y aplicación son diferentes. Normalmente el concepto de Inmótica se aplica al ámbito de los grandes bloques de oficinas, bancos, y edificios industriales mientras que la Urbótica se refiere a la automatización de complejos urbanos como unidades residenciales, campus universitarios, grandes centros comerciales, barrios o sectores e incluso ciudades completas.

### **1.2.2 Características De Los Sistemas Domóticos**

En los sistemas domóticos se presenta una característica fundamental: la comunicación entre ellos, aunque solo actúen los dispositivos a los cuales se dirigen las órdenes o señales.

Para el funcionamiento adecuado de los sistemas utilizados en domótica e inmótica se pueden hacer referencia otros aspectos importantes como la simplicidad y facilidad en la utilización, el diseño modular, la flexibilidad, la integridad y por supuesto el costo moderado.

---

<sup>7</sup> VOX NET – Networking. [En línea] <http://www.voxnet.it/home.cfm?ID=1013&ID2=n&expandi=1013> [Consultada: 18 Mayo 2009]

<sup>8</sup> Asociación Española de Domótica [En línea] <http://www.cedom.es/> [Consulta 19 mayo 2009]

- **Simplicidad y facilidad.** El sistema de control debe estar adecuado al usuario final. La interfaz de usuario debe ser sencilla e intuitiva para posibilitar el aumento del confort.

- **Diseño modular.** La estructura del soporte físico de la instalación estará adecuada al tipo de edificación para evitar fallos que puedan afectar a la construcción; además el diseño debe permitir la fácil ampliación de nuevos servicios para complacer las necesidades reales del usuario.

- **Flexibilidad y costos moderados.** Debe tener prevista las posibles ampliaciones y modificaciones futuras racionalizando el costo y el esfuerzo requerido.

- **Integridad.** Los diferentes subsistemas deben estar integrados y tener la capacidad de comunicarse con otras áreas de gestión de la edificación, permitiendo el intercambio de información y la ejecución de los procesos requeridos.

### **1.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN DOMÓTICA**

En todo tipo de instalación domótica se encuentran una serie de elementos, los cuales detectan un cambio de estado en una variable física; estos dispositivos llamados sensores transmiten la información al sistema de control mediante interfaces y acondicionadores de señal para adaptar las señales entre los distintos componentes del hardware, utilizando una estructura de comunicaciones para que interactúen con otros dispositivos llamados actuadores, encargados de ejecutar, en consecuencia, las acciones de control en función de unas normas establecidas por el usuario

### **1.4 SENSORES**

Se llama sensor al instrumento que produce una señal, usualmente eléctrica, que refleja el valor de una propiedad, mediante alguna correlación definida. En otros términos, un sensor es un instrumento de masa cero o que no contacta la masa a la que se debe medir.

Los sensores son considerados elementos transductores de entrada en un sistema domótico porque permiten obtener información de los parámetros que se desea monitorear y/o controlar en un recinto, llevando a cabo la conversión de magnitudes para transmitirla a la unidad encargada del procesamiento y control del estado de las variables a gestionar. En la gran mayoría de los casos se encuentran protegidos por un encapsulado el cual logra reducir o evitar las interferencias externas distintas de la magnitud en medición, permitiendo un correcto y confiable funcionamiento.



**Figura 7 Tipos de sensores**

Fuente: <http://www.isel.com.mx/autonics.html>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

Según su tipo de alimentación se pueden clasificar en<sup>9</sup>:

**Sensores activos.** Los sensores activos necesitan ser alimentados eléctricamente y ajustados a los niveles apropiados de voltaje, corriente, etc. Son los más comunes en las instalaciones domóticas.

**Sensores Pasivos.** Los sensores pasivos no necesitan ser alimentados eléctricamente, por lo tanto no suelen ser aplicados comúnmente en la industria o en la domótica.

Según el tipo de señal implicada en los sensores se clasifican en:

**Sensor continuo.** Tiene como salida una magnitud cuyo valor medido varía de forma continua en el tiempo, pudiendo presentar infinitos valores dentro de su rango. Estas magnitudes en la salida del sensor son llamadas señales analógicas.

Ejemplos de un sensor continuo son sensores de iluminación, presión, temperatura, entre otros.

**Sensor discreto.** Solo disponen de un número finito de posibles salidas que corresponden a estados posibles limitados de la variable a medir.

La magnitud en la salida es llamada señal discreta, caracterizada por poseer un número finito de valores dentro de su rango, pero poseen mayor interés las que se aplican comúnmente en el campo de la domótica, resultando ser aquellas que presentan únicamente dos estados: encendido y apagado. A estas se les denomina señales binarias.

En la mayoría de los casos, los sensores discretos son denominados detectores, pues su funcionalidad es la detección de dos estados, por ejemplo circuito abierto o cerrado y detección de la presencia o ausencia de alguna condición física como iluminación, humo, agua, gas, incendio, apertura de puertas o ventanas, rotura de cristales, proximidad.

---

<sup>9</sup> Sensores En Robótica [En Línea]

<http://www.depeca.uah.es/alcabot/seminario2006/Trabajos/GuillermoAbadCarton.pdf> [consulta 19 Mayo 2009]

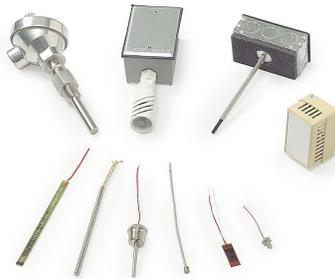
## 1.4.1 Definición de algunos tipos de sensores

**Sensores de Temperatura.** Pueden ser:

**1. Termopares:** Los termopares utilizan la tensión generada en la unión de dos metales en contacto térmico, debido a sus distintos comportamientos eléctricos.

**2. Resistivos:** Lo constituyen las RTD (Resistance Temperature Detector) o PT100 basadas en la dependencia de la resistividad de un conductor con la temperatura, están caracterizadas por un coeficiente de resistividad positivo PTC (Positive Thermal Coefficient). También lo son las NTC (Negative Thermal Coefficient), que se llaman termistores y están caracterizadas por un coeficiente de temperatura negativo.

**3. Semiconductores:** Se basan en la variación de la conducción de una unión p-n polarizada directamente.



**Figura 8 Sensor de Temperatura clases**

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/minco/sensor-de-temperatura-5076-28089.html>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## Sensores de Humedad

**1. Sensores de Humedad Capacitivos:** El sensor de humedad lo forma un condensador de dos láminas de oro como placas y como dieléctrico una lámina no conductora que varía su constante dieléctrica, en función de la humedad relativa de la atmósfera ambiente. El valor de la capacidad se mide como humedad relativa. Philips fabrica este tipo de sensores.

**2. Sensores de Humedad Resistivos:** Un electrodo polímero montado en tandem sensa la humedad en el material. Además un circuito acondicionador y linealizador dan una salida estándar.



**Figura 9 Sensor de Humedad**

Fuente: [www.bolivar.udo.edu.ve/microinternet/montajes.htm](http://www.bolivar.udo.edu.ve/microinternet/montajes.htm)  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

### **Sensores de Presión**

Los sensores de Presión se conforman por:

**1. Sensores de Presión Resistivos:** Una presión sobre una membrana hace variar el valor de las resistencias montadas en puente de Wheatstone. Las Células de Carga y las Galgas Extensiométricas son elementos metálicos que cuando se someten a un esfuerzo sufren una deformación del material, y por lo tanto una variación de su resistencia interna.

**2. Sensores de Presión Piezo-Cerámicos/Multicapas:** La combinación de la tecnología piezo-cerámica y multicapa se utiliza para producir una señal eléctrica, cuando se aplica una fuerza mecánica en el sensor.

**3. Sensores de Presión con Semiconductores:** Una variación de presión sobre una membrana, hace actuar un único elemento piezo-resistivo semiconductor. Motorola fabrica sensores de presión con su familia MPX.



**Figura 10 Sensores de Presión**

Fuente: <http://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/ResenyaProducto.asp?R=1634> [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

### **Sensores Ópticos**

Los sensores ópticos se conforman por:

**Foto-interruptores de barrera.** Están formados por un emisor de infrarrojos y un fototransistor separados por una abertura donde se insertará un elemento mecánico que producirá un corte del haz. La salida será 0 o 1.

**Foto interruptores reflectivos.** Están formados por un emisor y un receptor de infrarrojos situados en el mismo plano de superficie, que por reflexión permiten detectar dos tipos de colores, blanco y negro normalmente, sobre un elemento mecánico.

**Encoders ópticos** Con los foto-interruptores y los reflectivos se pueden montar los encoders ópticos, formados por un disco que tiene dibujados segmentos para ser detectados por los sensores. Existen dos tipos de Encoders:

- Encoder Incrementales: permiten que un sensor óptico detecte el número de segmentos que dispone el disco y otro sensor detecte la posición cero de dicho disco.
- Encoders Absolutos: permiten conocer la posición exacta en cada momento sin tener que dar una vuelta entera para detectar el punto cero del disco.



**Figura 11 Sensores Ópticos**

Fuente: [http://www.bitmakers.com/files/imagenes/608\\_fp\\_pzvm.jpg](http://www.bitmakers.com/files/imagenes/608_fp_pzvm.jpg)  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## **Sensores de Posición**

Los sensores de posición pueden dar según su construcción o montaje, una posición lineal o angular.

**1. Electromecánicos:** Lo forman los Finales de Carrera o Microinterruptores. Se sitúan en puntos estratégicos a detectar, en sistemas industriales y máquinas en general. Conmutan directamente cualquier señal eléctrica. Tienen una vida limitada. Solo pueden detectar posiciones determinadas, debido a su tamaño.

**2. Magnéticos:** Lo forman los Detectores de Proximidad Magnéticos, que pueden ser los de Efecto Hall y los Resistivos, típicos en aplicaciones industriales.

**3. Inductivos:** Lo forman los Detectores de Proximidad Inductivos, los Sincros y Resolvers, los RVDT (Rotatory Variable Differential Transformer) y LVDT (Lineal Variable Differential Transformer). Los Inductosyn.

**4. Potenciométricos:** Lo forman los Potenciómetros lineales o circulares.

**5. Ópticos:** Lo forman las Células fotoeléctricas y los Encoders.



**Figura 12 Sensor de desplazamiento RVDT**

Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/sensor-de-desplazamiento-rvdt-39493.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/sensor-de-desplazamiento-rvdt-39493.jpg)  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

### **Sensores de Movimiento (Posición, Velocidad y Aceleración)**

Los sensores de movimiento permiten la medida de la fuerza gravitatoria estática (cambios de inclinación), la medida de la aceleración dinámica (aceleración, vibración y choques), y la medida inercial de la velocidad y la posición (la velocidad midiendo un eje y la posición midiendo los dos ejes).

Aplicaciones: Aceleración / Desaceleración (Air Bag), Velocidad / Cambio de velocidad, Choques /Vibraciones, Detección prematura de fallos en un equipo en rotación, Detección y medida de manipulaciones, Actividad sísmica.

Se pueden Clasificar en:

- 1. Electromecánicos:** Una masa con un resorte y un amortiguador.
- 2. Piezo-eléctricos:** Una deformación física del material causa un cambio en la estructura cristalina y así cambian las características eléctricas.
- 3. Piezo-resistivos:** Una deformación física del material cambia el valor de las resistencias del puente.
- 4. Capacitivos:** El movimiento paralelo de una de las placas del condensador hace variar su capacidad.
- 5. Efecto Hall:** La corriente que fluye a través de un semiconductor depende de un campo magnético.



**Figura 13 Sensor de Movimiento Resistivo**

Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/sensor-de-movimiento-magneto-resistivo-180996.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/sensor-de-movimiento-magneto-resistivo-180996.jpg) [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## Sensores de Corriente Eléctrica

Los sensores de corriente eléctrica se clasifican en:

- 1. Inductivos:** Transformadores de Corriente. El cable a medir pasa por medio de un núcleo magnético que tiene bobinado un secundario que proporciona una tensión proporcional a la corriente que circula por el cable.
- 2. Resistivos:** Shunt. Una resistencia provoca una caída de tensión proporcional a la corriente que circula por dicha resistencia Shunt.
- 3. Magnéticos (Efecto Hall):** El sensor mide el campo magnético de un núcleo, generado por la corriente que circula por el cable a medir, que bobina al núcleo.
- 4. Bobina Rogowsky:** Miden los cambios de campo magnético alrededor de un hilo que circula una corriente para producir una señal de voltaje que es proporcional a la derivada de la corriente ( $di/dt$ ).



**Figura 14 Sensor de corriente lazo abierto**

Fuente: [http://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/sensor-de-corriente-en-lazo-abierto-306124.jpg](http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/sensor-de-corriente-en-lazo-abierto-306124.jpg)  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## 1.5 ACONDICIONADORES DE SEÑAL

Los acondicionadores de señal, como dice su palabra prepara la señal que vamos a procesar antes de entrarla a un convertidor A/D, a un microprocesador.

Las señales que entrega un sensor no siempre son compatibles con los tipos de señales que deben ingresar al sistema receptor, por lo tanto se hace necesario, en la mayoría de los casos, que las señales de los sensores sean acondicionadas y/o adaptadas al controlador. Esta conversión es realizada mediante los acondicionadores de señal.

Actualmente existen varios estándares para el acondicionamiento de señales, algunos son de voltaje o tensión (0V – 5V, 0V – 100V) y otros son de corriente (0mA – 20mA, 4mA – 20mA).

En el mercado de equipos electrónicos para el hogar y la industria se pueden encontrar diversos tipos de acondicionadores de señal, entre ellos se distinguen los acondicionadores para señales discretas, para sensores resistivos, amplificadores, atenuadores pasivos para señales continuas, filtros de señal, convertidores de voltaje a frecuencia (V/F) y de frecuencia a voltaje (F/V), análogos/digitales y digitales/análogos.

## 1.6 ACTUADORES

Los actuadores son dispositivos electromecánicos considerados como salidas en un sistema domótico, porque actúan sobre el medio exterior y afectan físicamente a la vivienda o al edificio. Ejecutan las órdenes obtenidas mediante las entradas al sistema, convirtiendo una magnitud eléctrica en otra de otro tipo (mecánica, térmica, óptica, etc.).

Se puede decir que realizan, de alguna manera, un proceso inverso al de los sensores. Estos elementos pueden mantener niveles de salida continuos o discretos, dependiendo de la señal que lo gobierna. Si la actuación es de tipo “encendido/apagado entonces es porque lo rige una señal digital, pero si la actuación es variable es porque la señal percibida es analógica.

Los actuadores se pueden clasificar en tres tipos:

- **Electromecánicos** (motores, electroválvulas, relés, contactores, cerraduras digitales).
- **acústicos** (sirenas, bocinas, altavoces)
- **luminosos** (paneles, monitores, lámparas).

Elementos que pueden considerarse como actuadores empleados en las instalaciones domóticas:

**Motores.** Son máquinas que convierten la energía eléctrica en mecánica para generar movimiento. Los tipos más comunes empleados en sistemas domóticos son los de corriente directa, los de corriente alterna y los paso a paso.

**Sirenas.** Son elementos de alerta que se emplean en los sistemas de seguridad para anunciar una alarma en alguna situación que represente un peligro para las personas o para el entorno habitable.

**Electroválvulas.** Son elementos conformados por válvulas en las cuales se controla la apertura mediante una señal eléctrica externa. Se emplean para realizar el control de caudales de líquidos o gases, siendo dispositivos fundamentales para la optimización y ahorro considerable de agua y gas.

**Reguladores o “Dimmers”.** Permiten regular la potencia que llega a una carga mediante dispositivos semiconductores de estado sólido como los diacs y los triacs.

**Relés.** Son los elementos más empleados en domótica, ya que permite conmutar circuitos de alta potencia empleando señales de baja potencia.

**Contactores.** Físicamente y funcionalmente son elementos similares a los relés pero pueden manejar cargas de mayor potencia (lavadoras, lavavajillas, motobombas, etc.), generalmente se instalan en carriles o tableros de distribución.

## **1.7 UNIDADES DE CONTROL**

Se puede decir que la unidad de control es el elemento principal donde se encuentra la mayor parte de la “inteligencia” de un sistema domótico o inmótico.

Las unidades de control se encargan de recibir las señales provenientes de los sensores, analizarlas, procesarlas y transmitir las hacia los actuadores para que realicen la función de control determinada. Allí es donde se encuentran los algoritmos y comandos escritos en algún lenguaje de programación para que pueda inter-operar con el hardware del sistema, llevando a cabo la regulación de las órdenes en función de las necesidades del usuario.



**Figura 15 Unidad de Control Digital**

Fuente: <http://www.maxicontrolador.com/index.php?sec=controlmax>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

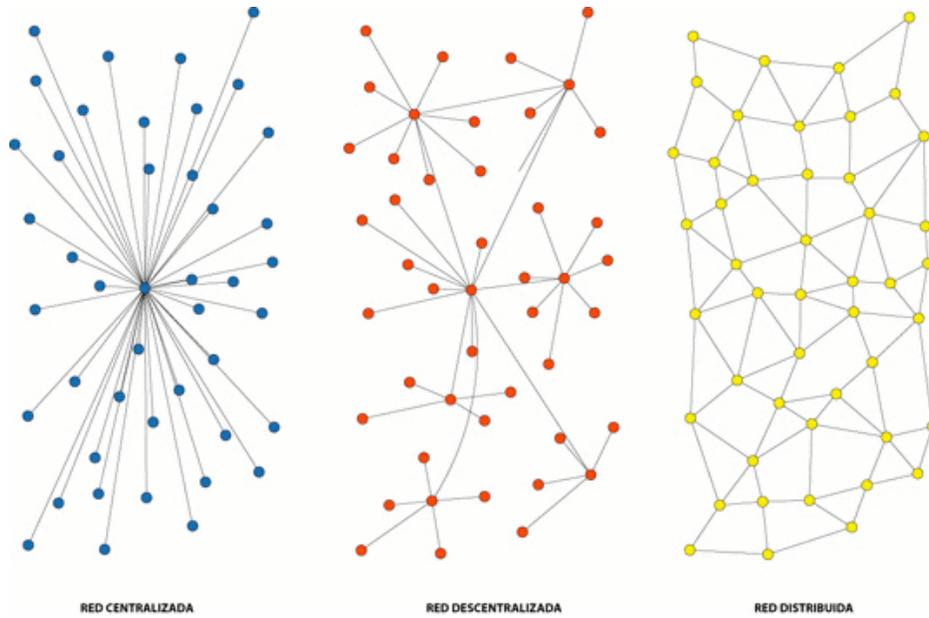
## **1.8 SOFTWARE DE CONTROL**

El software de control es una aplicación gráfica que compone cualquier sistema domótico, que puede ser ejecutada en cualquier sistema operativo. Esta plataforma está integrada por varias herramientas que le permiten al usuario adecuar, controlar y revisar el comportamiento de distintos sistemas Domóticos

Estas aplicaciones son cambiantes de acuerdo a las necesidades del sistema y están ligadas al comportamiento de los dispositivos y se hace necesario que el software interactúe con la instalación domótica e inmótica de una forma modular, en el cual cada uno se encarga de un subsistema en particular como por ejemplo el control de iluminación, climatización, persianas, entre otros.

## **1.9 ARQUITECTURAS DE LA REDES DOMÓTICAS**

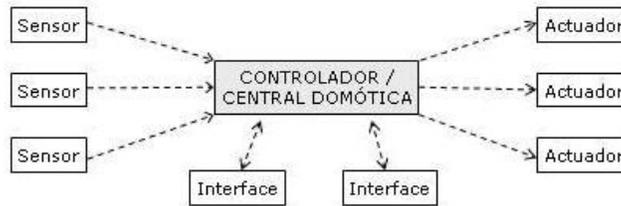
Con el avance de las nuevas tecnologías de la información se han desarrollado métodos de conexión en los sistemas desde el punto de vista comercial. La arquitectura de un sistema domótico o inmótico especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar.



**Figura 16 Topologías de Red**

Fuente: [http://exploradoreselectronicos.net/e4pedia/Archivo:Topolog%C3%ADas\\_de\\_red.gif](http://exploradoreselectronicos.net/e4pedia/Archivo:Topolog%C3%ADas_de_red.gif)  
 [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

**Arquitectura Centralizada:** En un sistema de domótica de arquitectura centralizada, un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

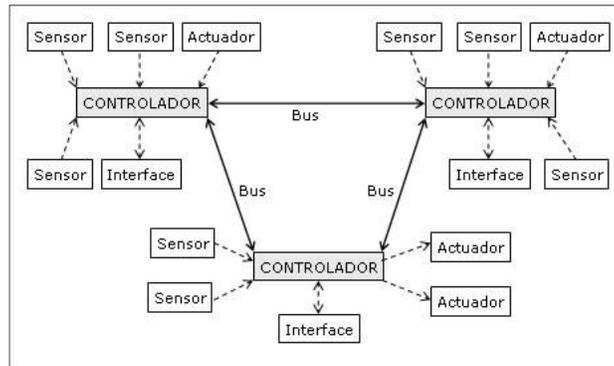


**Figura 17 Arquitectura Domótica Centralizada**

Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14> [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

**Sistemas con arquitectura descentralizada.** Es la arquitectura en la que todos los sistemas son totalmente independientes en su funcionamiento pero deben estar comunicados entre sí por medio de un bus compartido. Son basados en una o varias unidades de control de gestión y uno o varios módulos receptores o actuadores.

Este tipo de arquitectura resulta de una combinación entre los sistemas con arquitectura centralizada y distribuida, aprovechando las ventajas que brindan, entre ellas se puede mencionar la flexibilidad ya que permite que el sistema se pueda configurar con múltiples opciones de acceso al usuario final.



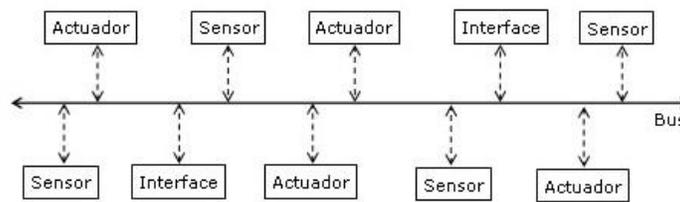
**Figura 18 Arquitectura doméstica descentralizada**

Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>  
 [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

**Sistemas con arquitectura distribuida.** Consiste en una arquitectura basada en nodos, no existe un único elemento principal sino que cada subsistema administra una tarea de control en particular y éstos van relacionados directamente con los elementos básicos. Esta idea de distribución de funciones se desarrolló para mejorar las arquitecturas anteriores.

Existen sistemas que presentan una arquitectura distribuida en cuanto a la capacidad que tienen para los procesos pero no necesariamente tienen el mismo concepto en el diseño de la red o distribución de los diferentes elementos de control y viceversa. A diferencia de la arquitectura centralizada, estos sistemas se comunican por medio de un bus, en el cual existe un protocolo de comunicaciones implementado en cada uno de los subsistemas con unas técnicas de direccionamiento, definidas para mantener el intercambio de información entre los diferentes elementos. Por tanto, el costo de los elementos del sistema es elevado e implica una necesidad de compatibilidad entre ellos y debido a estas desventajas es que la oferta de los productos en el mercado es reducido.

Los sistemas distribuidos facilitan la reconfiguración, incidiendo directamente en el grado de flexibilidad. La simplicidad es otra de sus ventajas en el momento de una instalación de este tipo, permite un considerable ahorro de cableado y una tecnología de fácil conexión.



**Figura 19 Arquitectura Domótica distribuida**

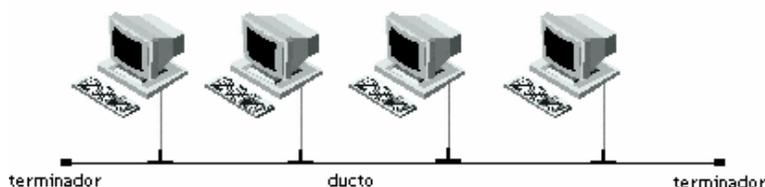
Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=14>  
 [En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## 1.10 TOPOLOGÍAS DE UNA RED

En los sistemas que utilizan cable como el medio de transmisión existe un concepto llamado topología de la red y se determina cómo están conectados los componentes de una instalación domótica (sensores, actuadores, unidades de control, etc.) respecto al medio de comunicación y es por medio de esta característica que se puede realizar un diseño tal, que posibilite adaptarse físicamente a las necesidades de cada vivienda en particular. Las configuraciones de redes más comunes se pueden mencionar<sup>10</sup>:

**Topología en bus.** En esta topología, los elementos se comunican a través de un bus principal haciendo uso de técnicas de direccionamiento, de esta manera se posibilita el intercambio de información entre dos dispositivos de forma simultánea.

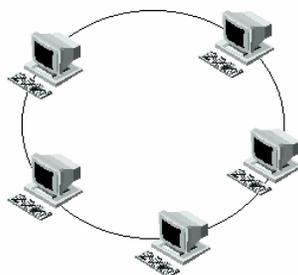
Presenta ventajas como la facilidad para agregar o suprimir elementos ya que no necesita de un cerebro que controle todo el sistema, por tanto se pueden independizar las tareas de control y resulta ser tolerante a fallos.



**Figura 20** Topología en Bus

Fuente: <http://www.eveliux.com/mx/topologias-de-red.php>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

**Topología en Anillo.** Los elementos que se conectan con esta topología forman un anillo cerrado y la información pasa por todos los dispositivos, es por esto que resulta más complicado la inserción de un nuevo elemento porque se tiene que paralizar el funcionamiento de la red y si ocurre un fallo en alguno de ellos se inhabilita todo el sistema, pero requiere de un control más sencillo y menor cableado que el resto de topologías.



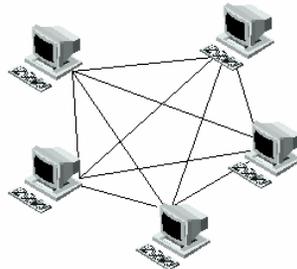
**Figura 21** Topología de una red en Anillo

Fuente: <http://www.eveliux.com/mx/topologias-de-red.php>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

<sup>10</sup> Topología de una red [En Línea] <http://www.geocities.com/TimesSquare/Chasm/7990/topologi.htm>  
[consulta 19 Mayo 2009]

**Topología de Malla.** Este tipo de configuración utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red así como una estrategia de tolerancia a fallas. Cada dispositivo en la red está conectado a todos los demás (todos conectados con todos). Debido a la redundancia, la red puede seguir operando si una conexión se rompe.

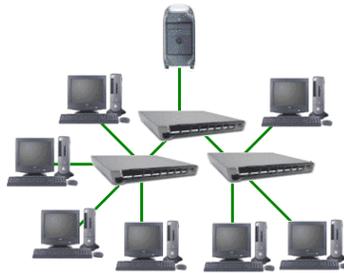
Las redes de malla, son más difíciles y caras para instalar que las otras topologías de red debido al gran número de conexiones requeridas.



**Figura 22 Topología de una red de malla**

Fuente: <http://www.eveliux.com/mx/topologias-de-red.php>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

**Topología en Árbol.** Se basa en una forma de jerarquía en la red, utiliza combinaciones de las topologías en estrella y en bus, adquiriendo las ventajas o las desventajas que dependen de la configuración utilizada.



**Figura 23 Topología de una red en árbol**

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red2.shtml>  
[En Línea][Consulta: 19 Mayo 2009]

## **1.11 MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

Por medio de transmisión se entiende el soporte físico utilizado para el envío de datos por una red.

Las líneas de transmisión son la espina dorsal de la red, por ellas se transmite la información entre los distintos nodos. En los sistemas domóticos para efectuar este intercambio de información de unos con otros, se hace a través de un soporte físico como son:

**Cableado Propio.** La transmisión por un cableado propio es el medio más común para los sistemas de domótica, principalmente son del tipo: par apantallado, par trenzado (1 a 4 pares), coaxial o fibra óptica.

**Cableado Compartido.** Varias soluciones utilizan cables compartidos y/o redes existentes para la transmisión de su información, por ejemplo la red eléctrica (corrientes portadoras), la red telefónica o la red de datos.

**Inalámbrica.** Muchos sistemas de domótica utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre los distintos dispositivos, principalmente tecnologías de radiofrecuencia o infrarrojo.

Por tanto, cada protocolo puede utilizar un medio de transmisión específico.

### **1.11.1 Medios existentes utilizados en la transmisión de la información para los sistemas domóticos**

**Red eléctrica de potencia o corrientes portadoras.** Utiliza el cableado eléctrico residencial. Comúnmente se emplea la línea de distribución eléctrica por ser una alternativa económica pues se aplica a las redes existentes (no requiere de nuevas instalaciones) con facilidades de conexión. Actualmente se está empezando a implementar tecnologías que tiene como soporte físico la red telefónica convencional con el fin de solucionar los inconvenientes que presenta la línea de potencia. Por tanto, las desventajas son considerables porque se reflejan en la poca fiabilidad de transmisión de los datos y la baja velocidad de transferencia (menor que 10Kbps) debido a la cantidad de armónicos presentes y a la variación de la impedancia en función de las cargas conectadas a la red. Un sistema basado en líneas de distribución de energía eléctrica consta de las siguientes partes:

- **Unidad de control.** Se encarga de gestionar el protocolo, almacenar las órdenes y transmitir las a la red.
- **Interfaz de conexión de los equipos.** Es el elemento que recibe las órdenes de la unidad de control y las ejecuta.
- **Filtro.** Es necesario para evitar que las señales puedan interferir la red eléctrica exterior a la vivienda

**Par metálico.** Son muchas las aplicaciones que pueden implementarse bajo el soporte físico por cables conductores de cobre, los cuales resultan útiles para el transporte de datos, voz, alimentación y en ciertos casos se puede transmitir imagen comprimida. Se emplean generalmente para la conexión de los sensores con el elemento central encargado de la gestión domótica.

**Cable coaxial.** El cable coaxial consiste en un par de conductores concéntricos en donde uno de ellos es el central y el otro está en el exterior en forma de malla tubular trenzada en aluminio o cobre, además se compone de un material aislante entre los dos conductores llamado “dieléctrico”. Hasta hace poco, era el medio de transmisión más común en las redes locales.

**Fibra óptica.** Es el medio de transmisión más moderno y avanzado. Utilizado cada vez más para formar la "espina dorsal" de grandes redes. Las señales de datos se transmiten a través de impulsos luminosos y pueden recorrer grandes distancias (del orden de kilómetros) sin que se tenga que amplificar la señal. Este tipo de señal y cableado es inmune a las interferencias electromagnéticas y por su gran ancho de banda (velocidad de transferencia), permite transmitir grandes volúmenes de información a alta velocidad.

**Infrarrojo.** Actualmente hay una gran demanda por los servicios basados en transmisión de datos mediante señales infrarrojas, pues son cada vez más numerosos los equipos que incorporan funciones de telecomando y enlace de dispositivos a través de este medio inalámbrico, los cuales admiten un número elevado de aplicaciones para lograr ventajas como la comodidad y la flexibilidad.

En enlace se realiza entre equipos electrónicos que posean dentro de sus circuitos, un diodo emisor de luz LED ("Light Emissor Diode") en la banda infrarroja; éste es el encargado de transmitir la señal invisible previamente modulada con la información de control hacia un fotodiodo en otro equipo en donde se recibe la señal para que posteriormente se demodule con el objetivo de extraer la información de control transferida.

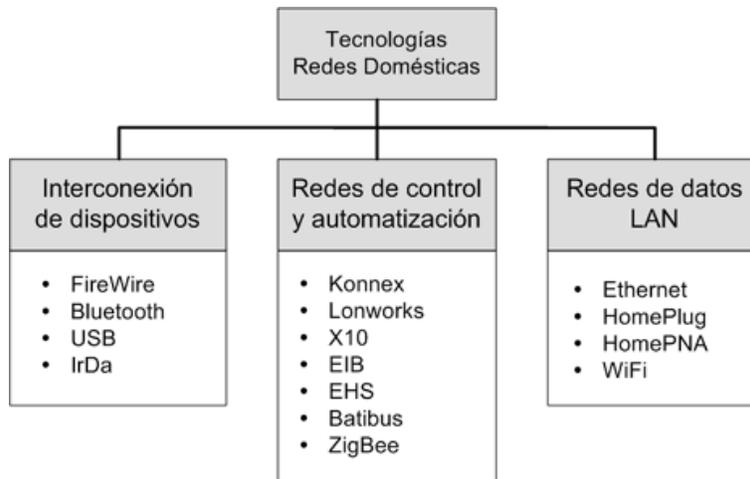
**Radiofrecuencias.** Este medio de transmisión de apariencia ideal para el control a distancia de los sistemas domóticos, dada la gran flexibilidad que supone su uso. Sin embargo resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos domésticos.

La introducción de las radiofrecuencias como soporte de transmisión en la vivienda, ha venido precedida por el avance en la tecnología de los teléfonos inalámbricos y sencillos telemandos.

## ***1.12 CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y PROTOCOLOS DE LAS REDES DOMESTICAS***

En el avance de la tecnología, la integración de sistemas y el desarrollo del hogar digital han con llevado la aparición de una serie de tecnologías y protocolos.

La manera en que las subredes domóticas se transforman en medios físicos difiere en función de si se usa el mismo medio para distintas redes o por el contrario, medios físicos diferentes. Principales tecnologías presentes en el entorno de las redes domésticas. Aunque la tendencia actual es lograr la unificación y compatibilidad para brindar todos los servicios de la instalación domótica o inmótica.



**Figura 24 Tecnologías de redes domesticas**

Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?c=153&m=164&idm=164&pat=148&n2=148>  
 [En Línea][Consulta: 21 Mayo 2009]

**Red de datos.** Es un tipo de red empleada inicialmente en entornos empresariales, y aplicada actualmente en el ámbito doméstico. Permite utilizar una misma red de área local (LAN) para compartir archivos, dispositivos, aplicaciones y conexiones a Internet simultáneamente en otros computadores desde cualquier localización en el hogar.

**Red de seguridad.** Se encarga de integrar los elementos que intervienen en la seguridad del hogar y sus habitantes (sensores, alarmas, etc.).

**Red multimedia.** Esta red gestiona los servicios de entretenimiento, orientado a la distribución de audio y video en el hogar mediante equipos distribuidores, interfaces de usuario y dispositivos de recepción.

**Red domótica.** Es la red encargada de integrar los dispositivos y equipos para la gestión de las tareas de automatización y control del hogar.

## **1.13 TECNOLOGÍAS PARA LA INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS**

### **1.13.1 IEEE 1394 (“Firewire”).**

El bus IEEE 1394<sup>11</sup> (nombre del estándar al cual hace referencia) fue desarrollado a fines de 1995 con el objetivo de brindar un sistema de intercomunicación que permita circular datos a alta velocidad y en tiempo real.

La compañía Apple le dio el nombre comercial "FireWire", y como se lo conoce comúnmente. Sony también le dio un nombre comercial, i.Link. La empresa Texas Instruments, prefirió llamarlo Lynx.

<sup>11</sup> IEEE 1394 [En línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_1394](http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_1394) [Consulta. 21 Mayo 2009]

“Firewire” es el estándar alámbrico para la entrada/salida de datos en serie a alta velocidad, característica que lo hace ideal para emplearlo tanto en la conexión de periféricos multimedia (cámaras fotográficas, de video, televisores, consolas de mezclas, etc.) como en dispositivos informáticos de cómputo o PC (discos de almacenamiento masivo, impresoras, escáneres, unidades de CD de última tecnología, entre otros).

### **1.13.2 Bus Serial Universal (USB).**

El bus serial universal USB es una interfaz alámbrica “Plug&Play”, la cual permite la conexión entre un computador y algunos periféricos como teclados, ratones y señaladores, impresoras, escáneres, módems, cámaras, dispositivos de almacenamiento masivo, entre otros.

En un principio se tenía la interfaz serie y paralelo, pero era necesario unificar todos los conectores creando uno más sencillo y de mayores prestaciones. Así nació el USB con una velocidad de 12Mb/seg, y como su evolución, USB 2.0, apodado USB de alta velocidad, con velocidades en este momento de hasta 480Mb/seg.

Un puerto USB puede llegar a transmitir a velocidades entre 1,5 Mb/segundo y 12 Mbps; un puerto paralelo entre 600 Kb/s a 1,5 Mb/s y un puerto serial puede llegar hasta 112 Kb/s.

Esta arquitectura de bus fue desarrollado por un grupo de siete empresas (Compaq, Digital Equipment Corp, IBM PC Co., Intel, Microsoft, NEC y Northern Telecom) que forma parte de los avances plug-and-play y permite instalar periféricos sin tener que abrir la máquina para instalarle hardware, es decir, basta con que se conecte el periférico en la computadora .

Los objetivos de ésta tecnología, apuntan claramente hacia la vista del usuario, USB es una especificación que posibilita conectar dispositivos a un ordenador de forma encadenada, sin tener que abrir en absoluto la caja del ordenador o tener que insertar tarjetas. Todo dispositivo USB tiene la capacidad de ser conectado al ordenador en pleno funcionamiento, sin tener que reiniciarlo, además la configuración del dispositivo nuevo es inmediata y completamente transparente al usuario, tras lo cual el dispositivo está listo para ser empleado.

### **1.13.3 IEEE 802.15 (“Bluetooth”).**

La tecnología Bluetooth<sup>12</sup> originalmente fue desarrollada por Ericsson en 1994. En febrero de 1998, se formó un grupo llamado Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) con más de 200 compañías, dentro de las cuales se encontraban Agere, Ericsson, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. Su objetivo era desarrollar las especificaciones para Bluetooth 1.0.

Bluetooth es un estándar abierto (IEEE 802.15) para transmisiones de corta distancia de voz digital y datos, que soporta aplicaciones punto a punto y punto a multipunto y

---

<sup>12</sup>Bluetooth [En Línea] <http://www.bluetooth.com/bluetooth/> [Consulta 21 Mayo 2009]

trabaja en la banda sin licencia de 2.4 GHz. La señal alcanza una velocidad de 720 Kbps en un radio de hasta 100 metros y es capaz de atravesar paredes. Bluetooth utiliza la técnica de espectro ensanchado por salto de frecuencia, que cambia la frecuencia de la señal 1600 veces por segundo. En el caso de producirse interferencias con otros dispositivos, la transmisión no se detiene, sino que se ralentiza.

Algunas aplicaciones de Bluetooth se han desarrollado para telefonía celular, Domótica Tecnología como es muy común hoy por hoy encontrar dispositivos interconectados por este protocolo.

#### **1.13.4 IrDa.**

La especificación IrDa<sup>13</sup> (“Infrared Data Association”) nace en 1993 como una organización patrocinada por industrias como HP, IBM y Sharp con el fin de establecer estándares internacionales y protocolos para equipos empleados en las comunicaciones y las transferencias de información por medios infrarrojos.

Esta tecnología está basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares IrDA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps. Esta tecnología se encuentra en muchos ordenadores portátiles, y en un creciente número de teléfonos celulares, sobre todo en los de fabricantes líderes como Nokia y Ericsson.

### **1.14 TECNOLOGÍAS PARA REDES DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

Se engloban dentro de este grupo aquellas tecnologías o estándares que permiten el intercambio de paquetes de datos de pequeño tamaño y con bajas latencias (tiempo de respuesta limitados), típico de entornos de control y automatización.

Estas tecnologías han nacido y madurado en los últimos 25 años, y han alcanzado, gracias al empuje de la automatización industrial y del control de edificios, unas prestaciones, robustez y flexibilidad que aseguran el éxito de cualquier implantación profesional o de ámbito de inmótica. Por el contrario, dentro del mundo de la vivienda o de la Domótica, a pesar de la estandarización que se persigue con muchas de ellas, los precios siguen siendo una de las barreras más importantes para su implantación.

**El sistema X10<sup>14</sup>.** Este se caracteriza por su flexibilidad, facilidad de instalación y bajo coste de sus componentes. Sin necesidad de instalación, los componentes del sistema X10 utilizan la radiofrecuencia ó la transmisión por el tendido de la red eléctrica de la vivienda para comunicarse y hacer funcionar cualquier aplicación que se requiera.

Todos los componentes del sistema “X10” están diseñados para poder comunicarse entre ellos, esto permite pasar de unas aplicaciones a otras simplemente con la incorporación de otros elementos X10. Pensado para resolver cualquier aplicación sin

---

<sup>13</sup> Wikipedia IrDA [En Línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Infrared\\_Data\\_Association](http://es.wikipedia.org/wiki/Infrared_Data_Association) [Consulta 21 Mayo 2009]

<sup>14</sup> Domótica Viva [En línea] <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm> [Consulta 21 Mayo 2009]

necesidad de costosas instalaciones, el sistema X10 permite resolver desde las aplicaciones más sencillas a las más complejas, pudiendo instalarse hasta un máximo de 256 elementos distintos por vivienda,

**X10** Es un protocolo de comunicaciones abierto que utiliza la red eléctrica como soporte físico de transmisión de los datos. También denominado como “transmisión por corrientes portadoras” ó PLC, es una tecnología creada por Ingenieros de la empresa Pico Electronics en 1975 muy utilizada en Estados Unidos y en Europa, destinada al uso residencial y empresarial.

**EHS.** El estándar EHS<sup>15</sup> (“European Home System”) fue uno de los intentos que la industria europea, patrocinada por la Comisión Europea, para crear una tecnología que permitiera la aplicación de la domótica en el mercado residencial de forma masiva. El resultado fue la especificación del EHS en el año 1992. Esta basada en una topología de niveles OSI y se especifican los niveles: físico, de enlace de datos, de red y de aplicación. El objetivo de la EHS es crear un protocolo totalmente abierto que cubra las necesidades de automatización de la mayoría de las viviendas europeas cuyos propietarios que no se pueden permitir el lujo de usar sistemas más potentes pero también más caros debido a la mano de obra especializada que exige su instalación.

**BatiBUS.** Este fue uno de los primeros protocolos domóticos europeos desarrollado por la compañía francesa Merlin Gerin en colaboración con AIRELEC, EDF y LANDIS & GIR, quienes conformaron en 1989 el Club Internacional BatiBUSs (“BatiBUS Club Internacional”) para promover el uso y extender las aplicaciones de esta tecnología, la cual se trata de un bus con carácter totalmente abierto de manera que cualquier fabricante puede introducir el acceso compatible dentro de sus equipos electrónicos.

**Konnex.** KNX Association<sup>16</sup> es el creador y propietario de la tecnología KNX el único ESTÁNDAR abierto para todas las aplicaciones de control de la vivienda y el edificio, como por ejemplo el control de la iluminación y las persianas, así como variados sistemas de seguridad, calefacción, ventilación, aire acondicionado, monitorización, alarma, control de agua, gestión de energía, contador, así como electrodomésticos del hogar, audio/video entre otros. Esta tecnología puede ser usada tanto en viviendas y edificios de nueva construcción, como en los ya existentes.

KNX es el único estándar mundial para el control de la vivienda y del edificio con:

- Una única herramienta de puesta en marcha (ETS).
- Una completa gama de medios de transmisión (TP, PL, RF y IP).
- Una completa gama de modos de configuración (System y Easy modos).

KNX está aprobado como:

- Estándar Europeo (CENELEC EN 50090 y CEN EN 13321-1).
- Estándar Internacional (ISO/IEC 14543-3).
- Estándar Chino (GB/Z 20965).
- Estándar Norteamericano (ANSI/ASHRAE 135).

---

<sup>15</sup> EHS [En línea] <http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/ehs.htm> [Consulta 21 Mayo 2009]

<sup>16</sup> Konnex KNX [En línea] <http://www.knx.org/es/> [Consulta 21 Mayo 2009]

**BACnet.** Es una abreviatura de una tecnología norteamericana para las comunicaciones de datos dedicado a la automatización de viviendas y redes de control (“a data communication for Building Automation and Control Networks”)<sup>17</sup> que surgió en junio de 1987 bajo el patrocinio de la asociación norteamericana de ingenieros e instaladores de equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado ASHRAE (“American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers”) y cuyo soporte y mantenimiento está a cargo del comité 135 de proyectos estándares SSPC 135 (“Standing Standard Project Comité 135”).

Se trata de un protocolo nacional americano, preestándar europeo y un estándar global ISO cuyo objetivo inicial era el de crear un protocolo abierto para la gestión energética inteligente en un hogar, pretendiendo interconectar los sistemas de control ambiental.

---

<sup>17</sup> BACnet [En línea] <http://www.bacnet.org/> [Consulta 21 Mayo 2009]

## MARCO LEGAL

Durante el proceso de desarrollo de nuestra investigación y el proceso de ensamble del **“Prototipo Sistema Interruptor Automático Por Sensor Con Función De Monitoreo Por Computadora”** se estableció como parámetro de normalización, las normas y requerimientos establecidos a nivel Nacional por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (**ICONTEC**). Por la norma NTC 2050 "Código Eléctrico Colombiano". La cual es de obligatorio cumplimiento. Y los compendios establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (**RETIE**). Reglamento por el que se fijan las condiciones técnicas que garantizan la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio Nacional.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

### Descripción general

El interruptor Automático Por Sensor Con Función de Monitoreo por Computadora. Esta compuesto principalmente de dos (2) Etapas. Estos a su vez se dividen en Bloques que permiten la integración de este dispositivo, desarrollando así una aplicación de diversos usos.

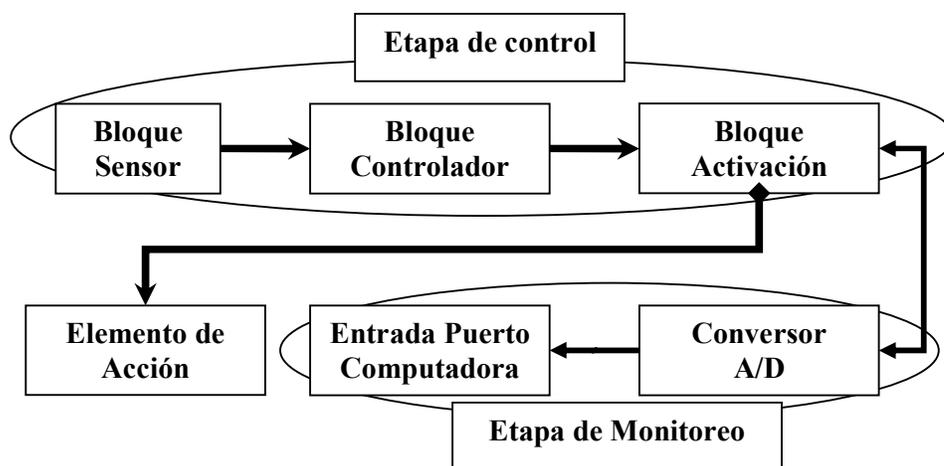


Figura 25 Diagrama de Bloques del prototipo  
Fuente: Elaboración Propia.

El detector de presencia reacciona ante los estímulos térmicos producidos por los movimientos de personas, animales u objetos. Los datos recopilados por el sensor son enviados a un contador el cual mantiene un tiempo de activación prudencial a la espera de una nueva señal del sensor para mantener un tren de pulsos constante, señal que a su vez es enviada a un control de potencia el cual se encarga del enlace directo entre las conexiones de el dispositivo a controlar, durante el paso de la señal por el control de potencia es derivada a un conversor análogo/digital que se encarga de enviar a la computadora una serie de bits los cuales el computador los interpreta dando el funcionamiento al software de monitoreo, mostrando en tiempo real el estado del dispositivo de control.

## Etapa de Control

Esta etapa esta compuesta por:

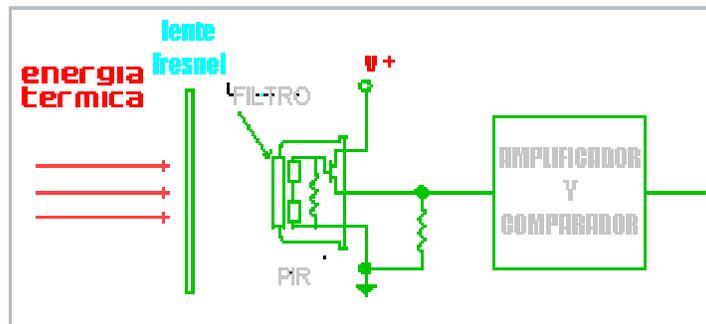
**Bloque Sensor:** compuesto por un sensor PIR “Passive Infra Red”<sup>18</sup>. Es un dispositivo piroeléctrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor. Como respuesta al movimiento, el sensor cambia el nivel lógico de un “pin”, por lo cual, su uso es extremadamente simple.



**Figura 26 Sensor PIR**

Fuente: <http://www.infrarrojos.net/lecciones/pir.html>  
[En Línea][Consulta: 21 Mayo 2009]

Los dispositivos piroeléctricos, como el PIR, poseen elementos fabricados de un material cristalino que genera una carga eléctrica cuando se expone a la radiación infrarroja. Los cambios en la cantidad de radiación producen cambios de voltaje los cuales son medidos por un amplificador. El PIR contiene unos filtros especiales llamados lentes de Fresnel que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor. Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde se encuentra el sensor cambian rápidamente, el amplificador activa la salida para indicar movimiento. Esta salida permanece activa durante algunos segundos permitiendo al microcontrolador saber si hubo movimiento.



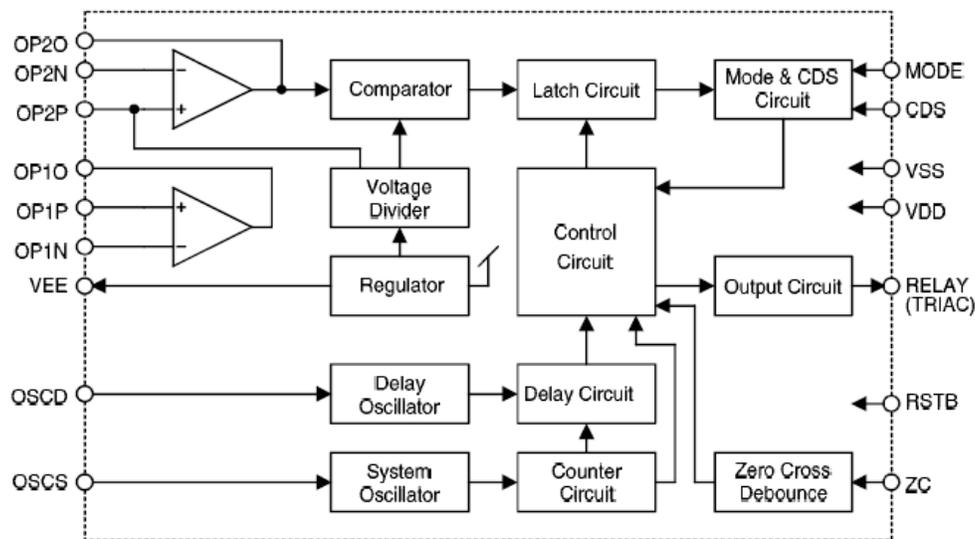
**Figura 27 Esquema modulo sensor PIR**

Fuente: <http://www.infrarrojos.net/lecciones/pir.html>  
[En Línea][Consulta: 21 Mayo 2009]

<sup>18</sup> Infrarrojos Net [En Línea] Fuente: <http://www.infrarrojos.net/lecciones/pir.html> [Consulta 23 Mayo 2009]

**Bloque Controlador:** Este bloque está compuesto por un controlador PIR de propósito general (General Purpose PIR Controller)<sup>19</sup>. El Controlador PIR de propósito general es un chip CMOS LSI de integración a gran escala, está diseñado para ser usado en sistemas de control automático por sensor PIR.

Este chip viene equipado con amplificadores operacionales, un comparador, un contador o cronómetro, un detector de cruce cero, un circuito de control, un regulador de voltaje, un oscilador de sistema, y oscilador en tiempo de salida.



**Figura 28 Diagrama de Bloques Controlador PIR**

Fuente: HOLTEK CONTROLLER [En Línea] <ftp://ftp.efo.ru/pub/holtek/disk/Miscellaneous/761x.pdf> [Consulta 21 Mayo 2009]

El comportamiento del bloque completo lo podemos resumir, como la acción que se genera cuando la señal de entrada es aplicada, de acuerdo a la configuración utilizada se transforma en señales de aviso, regulación o conmutación. Luego esta señal de salida pasa a los actuadores que ejercen acciones sobre los elementos a controlar.

**Bloque de Activación:** El bloque de activación está compuesto por un TRIAC o Triodo para Corriente Alterna el cual es un dispositivo semiconductor, de la familia de los transistores. La diferencia con un tiristor convencional es que éste es unidireccional y el TRIAC es bidireccional. Es un dispositivo semiconductor de tres terminales que se usa para controlar el flujo de corriente promedio a una carga, con la particularidad de que conduce en ambos sentidos.

La señal de activación es enviada por el bloque controlador, esta llega a la compuerta del TRIAC permitiendo que la corriente fluya hacia el elemento de acción a su vez esta señal de activación es enviada al convertor Análogo/ Digital.

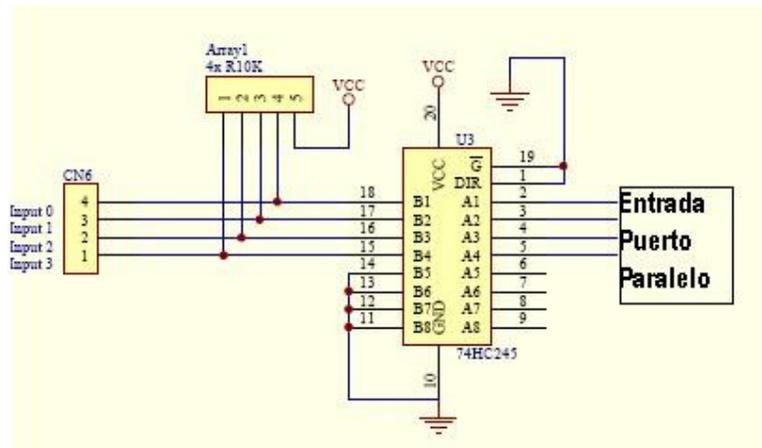
<sup>19</sup> ChipsDocs [En Línea] Fuente: <http://www.chipdocs.net/datasheets/datasheet-pdf/Holtek-Semiconductor-Inc/HT7610.html> [Consulta: 22 Mayo 2009]

## Etapa de Monitoreo

Esta etapa esta compuesta por:

**Convertor Análogo/Digital:** Un convertor Análogo/Digital es un circuito que tiene una línea de entrada análoga y unas líneas de salida digitales. Genera el código binario que es proporcional a la entrada de voltaje análoga. Todos los convertores A/D requieren al menos un comparador análogo, un elemento que acepte dos entradas análogas de voltaje y produzca una salida digital. Diferentes tipos de convertidores análogos a digital han sido desarrollados a través del tiempo.

Para nuestro caso en particular asignamos un valor lógico de (5) Voltios. Como voltaje máximo de salida asignándole a este un valor digital de (1). Entonces el cruce por voltaje cero le asignamos un (0) digital. La interfaz nos provee una salida TTL, con una carga máxima de (500ma).



**Figura 29 Diagrama Esquemático Convertor**  
Fuente: Elaboración Propia

**Entrada Puerto Paralelo Computadora:** Para leer los datos de entrada en la computadora utilizaremos la interfaz grafica diseñada para esta aplicación.

Este programa permite Monitorear fácilmente cada una de las entradas de este módulo. Para ello basta con ejecutarlo para realizar el seguimiento de los dispositivos.



**Figura 30 Imagen Software de control**  
Fuente: Elaboración Propia

## BIBLIOGRAFÍA

Control Automático. [En Línea].  
<http://www.esi2.us.es/~fsalas/asignaturas/CA3II/Breve%20historia%20del%20control%20autom%20E1tico.pdf> [Consultado 18 mayo 2009].

Empresa de Energía de Cundinamarca [En Línea]  
[http://www.eec.com.co/eecesp/pdf/215\\_contrato\\_de\\_prestacion\\_de\\_servicios\\_con\\_condiciones\\_uniformesnuevaversion.pdf](http://www.eec.com.co/eecesp/pdf/215_contrato_de_prestacion_de_servicios_con_condiciones_uniformesnuevaversion.pdf) [Consulta: 18 Abril 2009]

Philon of Byzantium [En Línea]  
<http://www.gap-system.org/~history/Biographies/Philon.html> [Consulta 21 Marzo 2008]

La Pneumatica de Heron de Alejandria [En Línea]  
<http://www.egiptomania.com/ciencia/pneumatica.htm> [consulta: 18 Mayo 2009]

Premio Mechane [En Línea]  
<http://equipos.pucp.edu.pe/junior/bbb/inventores.htm> [Consulta: 21 Marzo 2009]

Principios del Control Automático [En Línea]  
[http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/la\\_revolucion\\_industrial.htm](http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/la_revolucion_industrial.htm) [Consulta: 19 Mayo 2009]

Instalación de sistemas automáticos [En Línea]  
[http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD\\_Tema4.pdf](http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1452/ISAD_Tema4.pdf)  
[Consulta: 19 Mayo 2009]

VOX NET – Networking. [En línea]  
<http://www.voxnet.it/home.cfm?ID=1013&ID2=n&espandi=1013> [Consulta: 18 Mayo 2009]

Asociación Española de Domótica [En línea]  
<http://www.cedom.es/> [Consulta 19 mayo 2009]

Sensores En Robótica [En Línea]  
<http://www.depeca.uah.es/alcabot/seminario2006/Trabajos/GuillermoAbadCarton.pdf>  
[consulta 19 Mayo 2009]

MAXICONTROLADOR Productos [En Línea]  
<http://www.maxicontrolador.com/index.php?sec=controlmax>  
[Consulta: 19 Mayo 2009]

Topología de una red [En Línea]  
<http://www.geocities.com/TimesSquare/Chasm/7990/topologi.htm> [consulta 19 Mayo 2009]

IEEE 1394 [En línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_1394](http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_1394) [Consulta. 21 Mayo 2009]

Bluetooth [En Línea] <http://www.bluetooth.com/bluetooth/> [Consulta 21 Mayo 2009]

Domótica Viva [En línea] <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm> [Consulta 21 Mayo 2009]

EHS [En línea] <http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/ehs.htm> [Consulta 21 Mayo 2009]

Konnex KNX [En línea] <http://www.knx.org/es/> [Consulta 21 Mayo 2009]

BACnet [En línea] <http://www.bacnet.org/> [Consulta 21 Mayo 2009]

Infrarrojos Net [En Línea] Fuente: <http://www.infrarrojos.net/lecciones/pir.html> [Consulta 23 Mayo 2009]

ChipsDocs [En Línea] Fuente: <http://www.chipdocs.net/datasheets/datasheet-pdf/Holtek-Semiconductor-Inc/HT7610.html> [Consulta: 22 Mayo 2009]

Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa [En Línea]  
[http://innovacion.cnice.mec.es/control/control/contenido/Descripcion/Esquemas\\_Electricos/Circuito\\_control/circuito\\_de\\_control.pdf](http://innovacion.cnice.mec.es/control/control/contenido/Descripcion/Esquemas_Electricos/Circuito_control/circuito_de_control.pdf) [consulta 14 Marzo 2009]

EL Puerto Paralelo [En Línea] Derechos Virgilio Gómez Negret – México  
<http://www.modelo.edu.mx/univ/virtech/circuito/paralelo.htm> [consulta 14 Marzo 2009]

Telefónica [En Línea] Interfaces por Puerto Paralelo  
<http://personal.telefonica.terra.es/web/soloelectronicos/PC/salida%20puerto%20paralelo.htm> [consulta 21 Mayo 2009]

Foros de Electrónica – Reseña del control Automático [En Línea]  
<http://www.forosdeelectronica.com/tutoriales/historiacontrol.htm> [consulta 21 Mayo 2009]

Universidad de Manizales - Sistema domótico para el manejo remoto de Dispositivos electrónicos a través de redes eléctricas [En Línea]  
<http://www.umanizales.edu.co/programs/ingenieria/Ventana/13/13-4-11.htm> [consulta 21 Mayo 2009]

Tecnología sistemas de Control – Google Libros [En Línea]  
[http://books.google.com.co/books?id=Vbd11zVvk\\_QC&printsec=frontcover&dq=trata+do+Mechanica+de+Philon&source=gbs\\_summary\\_s&cad=0#PPA160,M1](http://books.google.com.co/books?id=Vbd11zVvk_QC&printsec=frontcover&dq=trata+do+Mechanica+de+Philon&source=gbs_summary_s&cad=0#PPA160,M1) [Consulta 21 Mayo 2009]

CASADOMO [En Línea] <http://www.casadomo.com> [Consulta 25 Mayo 2009]

Sistemas de Domótica Práctica – DOMOPRAC [En Línea]  
<http://www.domoprac.com/domoteca/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/2.html> [Consulta 25 Mayo 2009]

COTECNA [En Línea] <http://www.cotecna.com.co/esp/Servicios/Retie.asp>  
[Consulta 25 Mayo 2009]

Asociación Colombiana de Ingenieros [En Línea]  
<http://www.cotecna.com.co/esp/Servicios/Retie.asp> [Consulta 25 Mayo 2009]

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

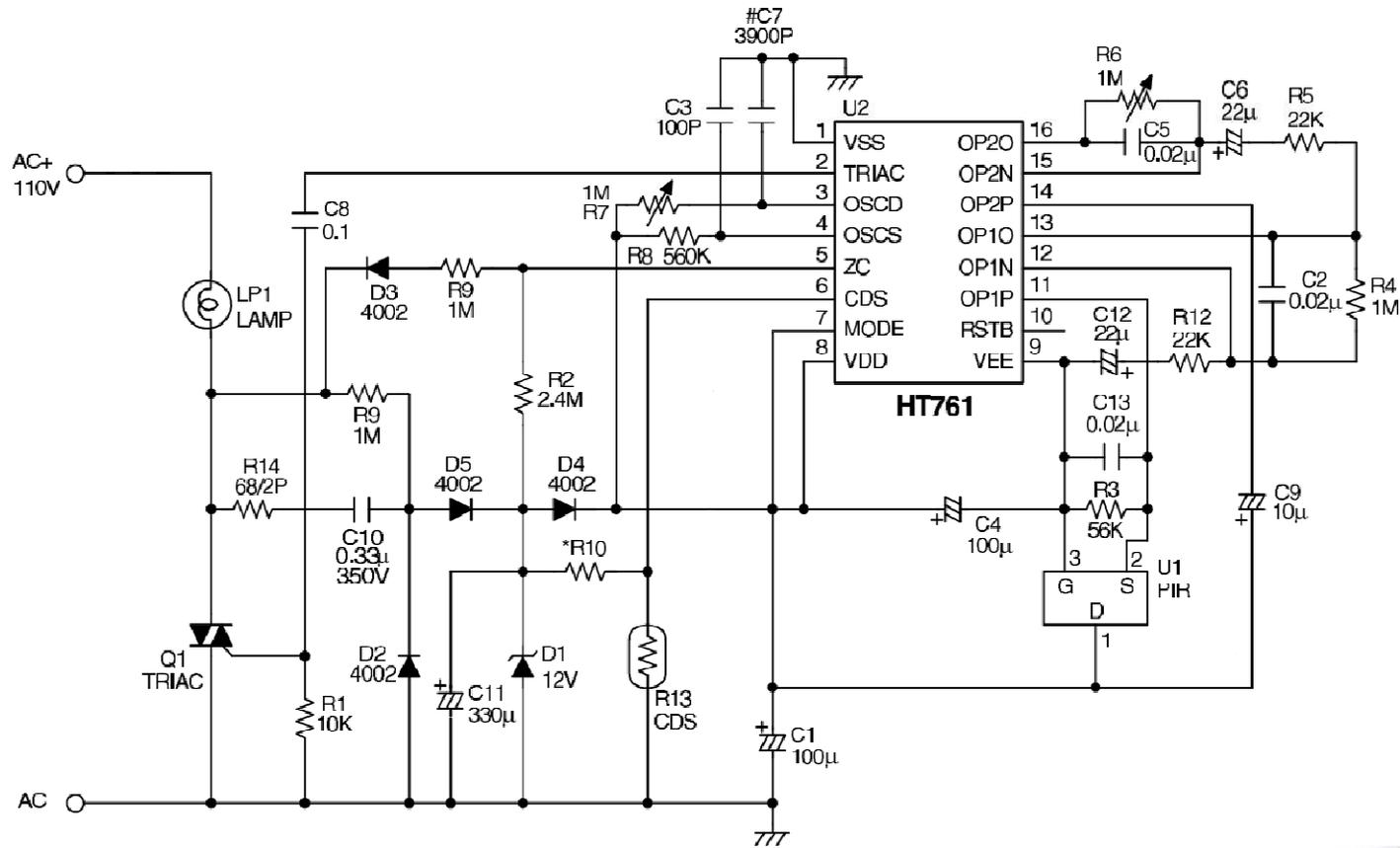
No	Descripción de la Actividad	Duración	Fecha de inicio	Fecha Finalización
1	Investigación y documentación	0 días	Lunes, 16 de Febrero de 2009	Lunes, 16 de Febrero de 2009
2	Investigación sobre Historia y los principios control automático	20 días	Lunes, 16 de Febrero de 2009	Miércoles, 04 de Marzo de 2009
3	Definir termino sobre automática y control automático	3 días	Miércoles, 04 de Marzo de 2009	Viernes, 06 de Marzo de 2009
4	Investigación sobre Historia y los principios de los sensores	3 días	Viernes, 06 de Marzo de 2009	Lunes, 09 de Marzo de 2009
5	Definición clasificación sobre Sensores	3 días	Lunes, 09 de Marzo de 2009	Miércoles, 11 de Marzo de 2009
6	Investigación y aplicación de Control On-Off	3 días	Miércoles, 11 de Marzo de 2009	Viernes, 13 de Marzo de 2009
7	Relación Teoría y objeto de estudio	0 días	Viernes, 13 de Marzo de 2009	Viernes, 13 de Marzo de 2009
8	Realizar un análisis profundo basados en la información recolectada para elaborar un plan y modelo de trabajo	3 días	Viernes, 13 de Marzo de 2009	Lunes, 16 de Marzo de 2009
9	Relacionar los pasos del proceso de diseño funcionamiento y aplicación	5 días	Lunes, 16 de Marzo de 2009	Viernes, 20 de Marzo de 2009
10	Principio de funcionalidad vs. Principio de teoría	6 días	Viernes, 20 de Marzo de 2009	Miércoles, 25 de Marzo de 2009
11	Asesoría Metodológica	0 días	Miércoles, 25 de Marzo de 2009	Miércoles, 25 de Marzo de 2009
12	Usando la ayuda de un asesor buscar un encuadre lógico entre las fuentes de información obtenidas para lograr un resultado funcional del proyecto	6 días	Miércoles, 25 de Marzo de 2009	Lunes, 30 de Marzo de 2009
13	Corrección y enfoque teórico	2 días	Lunes, 30 de Marzo de 2009	Martes, 31 de Marzo de 2009
14	Clasificación y recolección de material	0 días	Martes, 31 de Marzo de 2009	Martes, 31 de Marzo de 2009

15	Clasificar evaluar y comparar los diferentes tipos de sensores disponibles en el mercado local basados en su funcionalidad	4 días	Martes, 31 de Marzo de 2009	Viernes, 03 de Abril de 2009
16	Elaborar una base de datos de los elementos a utilizar, con su hoja técnica y su actual remplazo en caso de cambio requerido	3 días	Viernes, 03 de Abril de 2009	Lunes, 06 de Abril de 2009
17	adquisición de elementos electrónico eléctricos que conforman el circuito tanto internos como externos	4 días	Lunes, 06 de Abril de 2009	Jueves, 09 de Abril de 2009
18	Diseño del proyectó	0 días	Jueves, 09 de Abril de 2009	Jueves, 09 de Abril de 2009
19	Realizar los procesos de control y calculo de variables	9 días	Jueves, 09 de Abril de 2009	Jueves, 16 de Abril de 2009
20	Definir el posicionamiento del sensor basados en la investigación	3 días	Jueves, 16 de Abril de 2009	Domingo, 19 de Abril de 2009
21	Diseñar y realizar los elementos externos del circuito	4 días	Domingo, 19 de Abril de 2009	Miércoles, 22 de Abril de 2009
22	Diseño y modelación del circuito a fin	1 día	Miércoles, 22 de Abril de 2009	Jueves, 23 de Abril de 2009
23	Definición del modelo esquemático del circuito	0 días	Jueves, 23 de Abril de 2009	Jueves, 23 de Abril de 2009
24	Diseñar plantilla del circuito	4 días	Jueves, 23 de Abril de 2009	Domingo, 26 de Abril de 2009
25	Utilizando un software de diseño realizar un modelo esquemático del circuito	4 días	Domingo, 26 de Abril de 2009	Miércoles, 29 de Abril de 2009
26	Utilizando programas de simulación realizar pruebas del funcionamiento del circuito	2 días	Miércoles, 29 de Abril de 2009	Viernes, 01 de Mayo de 2009
27	Montaje y puesta en marcha prototipo	0 días	Viernes, 01 de Mayo de 2009	Viernes, 01 de Mayo de 2009
28	Realizar la impresión en baquelita del circuito	2 días	Viernes, 01 de Mayo de 2009	Sábado, 02 de Mayo de 2009
29	Realizar el estructuramiento del circuito con todos sus componentes en tablero de pruebas	1 día	Domingo, 03 de Mayo de 2009	Lunes, 04 de Mayo de 2009
30	realizar pruebas en condiciones fuera del normal funcionamiento del proceso	3 días	Lunes, 04 de Mayo de 2009	Miércoles, 06 de Mayo de 2009
31	verificado en montaje en el banco de pruebas realizar el montaje en la baquelita impresa	1 día?	Miércoles, 06 de Mayo de 2009	Jueves, 07 de Mayo de 2009
32	Análisis e interpretación	0 días	Jueves, 07 de Mayo de 2009	Jueves, 07 de Mayo de 2009
33	Realizar un estudio objetivo sobre los resultados obtenidos	2 días	Jueves, 07 de Mayo de 2009	Viernes, 08 de Mayo de 2009

34	demostrar el proceso en cuadros comparativos de rendimiento	2 días	Viernes, 08 de Mayo de 2009	Domingo, 10 de Mayo de 2009
35	Promedio comparativo del proyecto	0 días	Domingo, 10 de Mayo de 2009	Domingo, 10 de Mayo de 2009
36	Redacción y presentación	2 días	Miércoles, 13 de Mayo de 2009	Jueves, 14 de Mayo de 2009

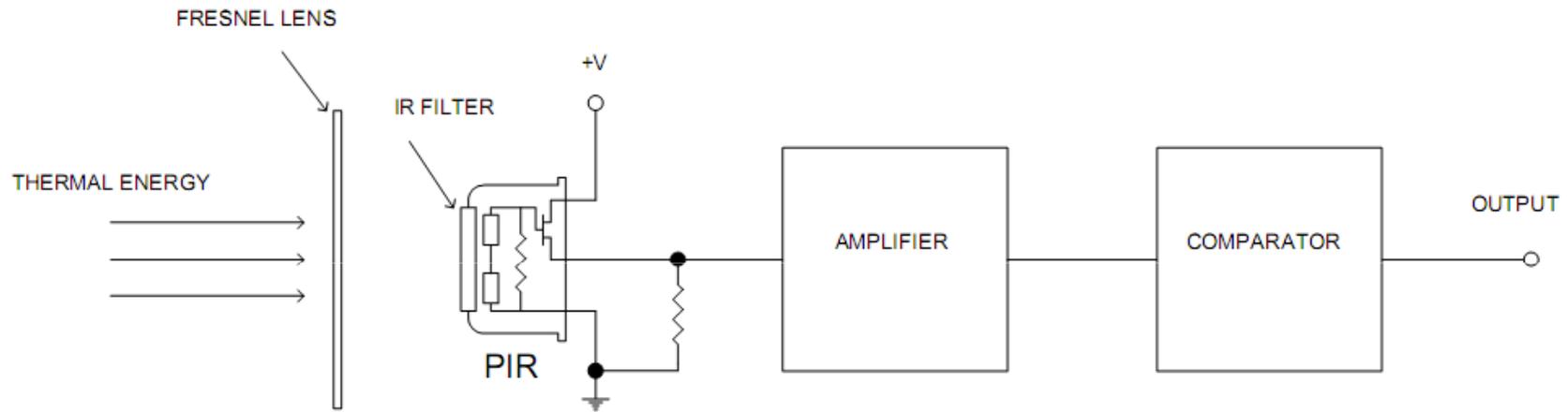


# Plano Esquemático Sensor



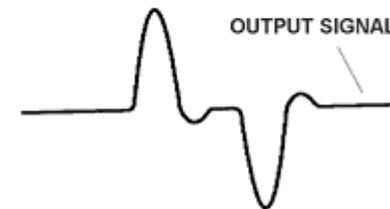
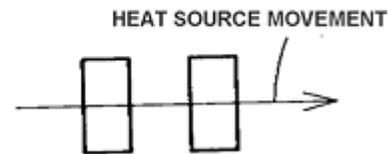
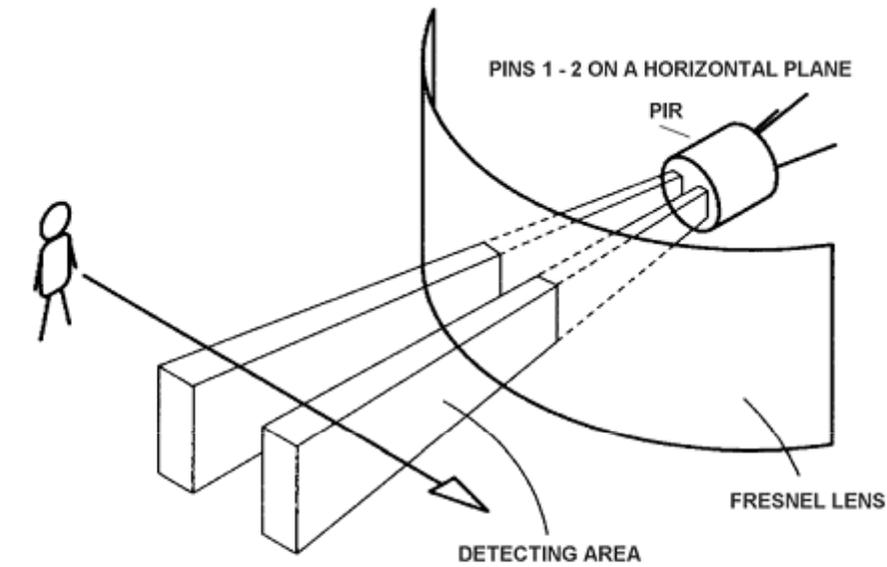


# Configuración Sensor PIR





# Configuración Sensor PIR



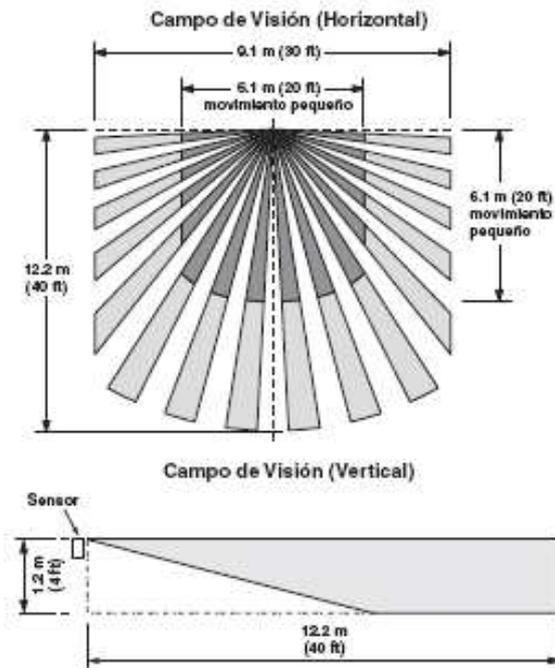
# SISTEMA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON FUNCIÓN DE MONITOREO POR COMPUTADORA



## Características:

Tensión nominal: . . . . . 120 VAC 50/60 Hz  
Carga (Circuito unipolar) Lámparas  
incandescentes o fluorescentes. . . . . 0-600 Watts  
Un motor. . . . . 1/6hp  
Corriente de activación máx. . . . . 10 A  
Retardo de Apagado. . . . . 15 minutos  
Condiciones de operación, solo para uso en  
interiores.

## Área de cobertura



Manual de Instrucciones

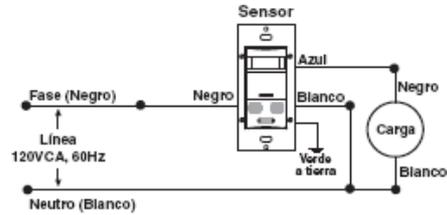
## Instalación.



Desconecte la corriente que alimenta la caja de conexiones apagando el disyuntor o (breaker), para el circuito correspondiente antes de instalar el dispositivo, reemplazar luces, o realizar cualquier trabajo eléctrico.

1. Prepare la caja de conexiones.
2. Identifique el tipo de circuito.
3. Prepare los cables.
4. Conecte el sensor.

Para un correcto funcionamiento el dispositivo se conecta de acuerdo a las conexiones del circuito.



La salida de conexión datos se lleva directamente al computador.

## Uso del software de monitoreo

Cuando el dispositivo ah sido conectado se procederá a realizar la conexión con el computador, para ello hay que utilizar la plataforma creada con este fin.

El archivo de control será encontrado en el CD que viene con este manual.

Se Copia la carpeta (control SIA) en el disco local y se ejecuta el programa **Control SIA**.



No sobre cargue el módulo circuitos de mayor Potencia  
· No maltrate el sensor PIR, ni bloquee su acceso.



Elaborado por:

**Andrés Ricaurte**  
**David Ernesto Gómez**