

**ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA  
“DOMÓTICA”**

Presentador por:

**OSCAR ANDRÉS ALVAREZ LEÓN  
JHON ALEXANDER MORA LÓPEZ**  
Ingenieros Electrónicos, UPB

Monografía presentada como requisito para optar el título de Especialista en  
Control e Instrumentación Industrial.

DIRECTOR DEL PROYECTO:

**RAÚL RESTREPO AGUDELO**  
Ingeniero Electricista  
M.Sc en Telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2011**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, Marzo de 2011

*Dedico este proyecto ante todo a Dios, al cual doy gracias por otorgarme la sabiduría y la salud para lograrlo. A mi familia y amigos, los cuales me ayudaron con su apoyo incondicional a ampliar mis conocimientos y lograr cumplir las metas propuestas. ¡Dios los Bendiga!*

OSCAR ANDRES ALVAREZ LEÓN

*A Dios por brindarme salud durante todos estos años, por darme fuerza para no desfallecer en los momentos difíciles y así lograr las metas propuestas.*

*A todas las personas que de una u otra manera han sido parte de mi crecimiento profesional y personal.*

*JHON ALEXANDER MORA LÓPEZ*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A nuestro director de proyecto, M.Sc. Raúl Restrepo Agudelo por su acompañamiento, entrega, dedicación permanente y por todo su conocimiento entregado para el desarrollo de nuestro propósito.

A los profesores de Especialización por los conocimientos brindados a lo largo del curso y sus contribuciones enfocados al desarrollo eficiente de la ingeniería.

## TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS .....	1
1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN .....	2
1.1 DESGLOSANDO LA VIVIENDA PARA EL ESTUDIO ELÉCTRICO .....	3
1.2 CARGAS.....	5
1.3 ACOMETIDA .....	7
1.4 CONDUCTORES UTILIZADOS .....	9
1.5 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN.....	10
1.6 APARATOS DE SALIDA.....	12
1.7 CIRCUITOS RAMALES.....	19
2. AUTOMATISMOS Y TABLEROS ELÉCTRICOS.....	21
2.1 AUTOMATISMOS.....	21
2.2 OTROS AUTOMATISMOS .....	25
2.3 TABLEROS ELÉCTRICOS .....	28
TIPOS DE TABLEROS ELÉCTRICOS.....	29
UBICACIÓN DE LOS TABLEROS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3. EL SISTEMA X-10 .....	32
3.1 HISTORIA.....	32
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA X-10 .....	32
3.3 CÓDIGO DE TRANSMISIÓN X-10 (PL513 Y TW523) .....	36

3.4 X-10 RECEPCIÓN DE CÓDIGO (TW523).....	37
3.5 ESTRUCTURA DEL MENSAJE X-10.....	38
3.6 TEORÍA DE LA TRANSMISIÓN .....	42
3.7 CODIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN.....	42
3.8 SEÑAL DE ENTRADA OPTOACOPADA PARA EL PL513 Y TW523 .....	51
3.9 SEÑAL DE SALIDA OPTOACOPADA PARA EL PL513 Y TW523 .....	53
4. MÓDULOS X-10.....	56
4.1 MÓDULOS X-10 DE BAJA TENSIÓN.....	56
4.2 SERVICIOS Y VENTAJAS DEL SISTEMA X-10.....	58
4.3 EJEMPLOS DE APLICACIÓN .....	60
5. SISTEMAS AUTOMATIZADOS EN VIVIENDAS .....	68
5.1 CONFORT .....	68
5.2 SEGURIDAD Y PROTECCIÓN .....	70
5.3 AHORRO ENERGÉTICO .....	72
5.4 COMUNICACIONES.....	75
6. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EN LA DOMÓTICA.....	79
COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	79
CONTROL POR TELÉFONO, INTERNET O VOZ .....	82
7. SISTEMAS INALÁMBRICOS DE SEGURIDAD DOMÉSTICA.....	88
7.1 GESTIÓN DE LA SEGURIDAD.....	89
7.2 VIGILANCIA INTERNA Y EXTERNA.....	90
8. OTRAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS .....	97
8.1 SISTEMA INFRARROJO .....	97
8.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES .....	98
8.3 CAPAS Y PROTOCOLOS .....	99
8.4 EL ESTANDAR INALÁMBRICO IEEE 802.11 .....	100
8.5 SEGURIDAD EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11 .....	102
8.6 AHORRO DE ENERGÍA.....	102
CONCLUSIONES.....	104
GLOSARIO .....	105

Instalaciones eléctricas.....	105
BIBLIOGRAFÍA.....	109

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Acometida aérea y subterránea .....	8
Figura 2. Calibres de conductores desnudos. Designación AWG .....	9
Figura 3. Tablero eléctrico de distribución.....	12
Figura 4. Tipos comerciales de Tomacorrientes.....	13
Figura 5. Caja de conexión.....	15
Figura 6. Plafones comerciales .....	16
Figura 7. Breaker comercial .....	17
Figura 8. Apagador con LED indicador .....	17
Figura 9. Dimmer.....	18
Figura 10. Componentes iniciales y finales de los ramales .....	19
Figura 20. Interruptores Horarios y Crepusculares.....	26
Figura 25. Detectores para alarmas. ....	27
Figura 26. Detectores por Infrarrojos.....	28
Figura 27. Tipología de una instalación de Tableros Eléctricos .....	29
Figura 32. Tablero Industrial de Distribución .....	31
Figura 34. Esquema sólo red eléctrica .....	35
Figura 35. Esquema con medio inalámbrico .....	36
Figura 36. Sincronización con el cruce por cero.....	37
Figura 37. Recepción de código.....	38
Figura 38. Codificación de bits en X-10 (excepto código de inicio) .....	41
Figura 39. Codificando la señal .....	43
Figura 40. Codificando la señal (a).....	43
Figura 41. Codificando la señal (b).....	44
Figura 42. Código de comienzo.....	44
Figura 43. Código con la dirección de la casa.....	45
Figura 44. Código con la dirección de unidad .....	45
Figura 45. Transmisión de la dirección por duplicado .....	46
Figura 46. Ciclos de espera entre transmisores .....	46
Figura 47. Código de comienzo + Código de la casa.....	47
Figura 48. Código de comandos .....	47
Figura 49. Ciclos necesarios para una transmisión completa .....	48
Figura 50. Codificando la señal .....	50
Figura 51. Señal de salida opto acoplada .....	53

Figura 52. Temporización de la codificación en sistemas trifásicos .....	54
Figura 53. Filtro + Acoplador trifásico X-10 .....	55
Figura 54. Transmisor PL513 .....	56
Figura 55. Receptor/Transmisor TW523 .....	56
Figura 56. Receptor/Transmisor RR501 .....	57
Figura 57. Control de encendido y ambiente en luces .....	61
Figura 58. Esquema eléctrico control de iluminación .....	62
Figura 59. Control de la calefacción en una vivienda .....	63
Figura 60. Esquema eléctrico control de calefacción .....	64
Figura 61. Diagrama para el control de persianas y video-vigilancia .....	65
Figura 62. Esquema eléctrico unifilar - control de persianas .....	66
Figura 63. Diagrama control de riego .....	66
Figura 64. Esquema unifilar control de riego .....	67
Figura 71. Centro distribuidor Audio/Video .....	69
Figura 74. Sistema de distribución de seguridad contra intrusos. ....	71
Figura 68. Sistema integrado de luces. ....	73
Figura 65. Puntos de distribución en una casa común. ....	74
Figura 66. Puntos de distribución centralizados. ....	74
Figura 75. Red Telefónica Centralizada. ....	76
Figura 67. Hogar Integral .....	77
Figura 76. WiFi en viviendas y edificaciones.....	80
Figura 77. Entornos de aplicación para HiperLAN2 .....	86
Figura 78. Ejemplo de aplicación de HiperLAN2 en viviendas .....	87
Figura 79. Representación de inseguridad y vigilancia. ....	88
Figura 80. Central de Monitoreo y Vigilancia.....	90
Figura 81. Vigilancia perimetral con sensores de presión diferenciales .....	91
Figura 82. Intruso rompiendo un cristal .....	92
Figura 83. Detectores volumétricos de movimiento.....	93
Figura 84. Control de acceso .....	93
Figura 85. Controles biométricos.....	94
Figura 86. Señal de alarma enviada a dispositivos periféricos.....	95
Figura 87. Sistemas Infrarrojos de Corta y Gran Apertura .....	98
Figura 88. Modelos OSI y 802.11 .....	101

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cargas típicas de los electrodomésticos .....	6
Tabla 3. Grado de Protección contra Ingreso (Primer Dígito) <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 4. Grado de Protección contra Ingreso (Segundo dígito) <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 5. Códigos de la Casa .....	39
Tabla 6. Códigos de Control.....	40
Tabla 7. Códigos Sistema X-10.....	51
Tabla 8. Comparación entre algunas de las tecnologías más comunes para WLANs y WPANs.....	79

## **TÍTULO: ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA “DOMÓTICA”**

### **RESUMEN**

Esta monografía tiene como finalidad establecer una referencia textual para el estudio práctico de la asignatura en desarrollo “Domótica”, dentro del programa de la especialización en Control e Instrumentación Industrial ofrecida por la Universidad Pontificia Bolivariana, dirigida a la comunidad académica interesada en el área de la automatización de viviendas.

El documento presenta información pertinente y actualizada acerca de las tecnologías implementadas en el área de la domótica. El texto contiene capítulos con información ordenada y simplificada, incluyendo gráficos, tablas e ilustraciones para facilitar su estudio; el documento comprende las herramientas básicas de las instalaciones eléctricas de baja tensión, seguidamente se identifican los diferentes automatismos empleados en la domótica. Contiene información compilada sobre el sistema X-10, descripción y técnica de la transmisión de esta tecnología y módulos comerciales para la aplicación en sistemas de control de iluminación, seguridad, acceso, ahorro energético y comunicaciones.

Contiene también ejemplos y modelos de sistemas domóticos, información referenciada para un estudio profundo de los diferentes sistemas aplicados en las viviendas comunes, estándares desarrollados y aplicaciones de uso común en la domótica (control de sistemas inalámbricos, RFID, Infrarrojos, comunicaciones, etc). Además de informar sobre la variedad de tecnologías presentes, proyecta el uso racional y conveniente de estas técnicas para concientizar al lector sobre el ahorro energético, sin dejar a un lado el confort, la seguridad y protección de sus bienes.

**Palabras clave:** *Domótica, Automatismos, X-10, RFID, Infrarrojo, WiFi, Inalámbrico, Confort.*

**TITLE: ELABORATION OF DIDACTIC MATERIAL FOR THE SUBJECT  
"HOME AUTOMATION"**

**ABSTRACT**

This monograph is intended to provide a textual reference for the practical study of the subject development "Home Automation" within the program of specialization in Control and Industrial Instrumentation provided by the University Pontificia Bolivariana, addressed to the academic community interested in the area of home automation.

The document presents relevant and current information about the technologies implemented in the area of home automation. The text includes chapters with information organized and simplified, including graphs, charts and illustrations to facilitate their study; the document contains the basic tools of electrical installations of low-voltage, then identify the different automation used in home automation. Contains information compiled over the X-10, description and technique of the transmission of this of this technology and commercial modules for application in lighting control systems, security, access, energy efficiency and communications.

It also contains examples and models of home automation systems, information referenced to a thorough study of the different systems applied in common homes, standards developed and commonly used applications in home automation (control of wireless, RFID, infrared, communications, etc). In addition to inform on the variety of technologies available , projects the rational and appropriate use of these techniques to sensitize the reader on energy saving, without leaving aside the comfort, safety and protection of their property.

**Keywords :** *Home automation, Automatism, X-10, RFID, Infrared, WiFi, Wireless, Comfort.*

## **INTRODUCCIÓN**

Se presenta un contenido acerca de la implementación de tecnologías y dispositivos útiles que conllevan a una nueva etapa de ciudades inteligentes, y se profundiza mediante la asignatura en desarrollo de la especialización en Control e Instrumentación Industrial sobre el funcionamiento de los sistemas domóticos e inmóticos.

También se presenta la compilación de la información de diferentes fuentes reconocidas, permitiendo un conocimiento más integral de la domótica, aprobando que los sistemas actualmente usados, en el campo del control de dispositivos eléctricos y electrónicos, se encuentren vigentes para el desarrollo de sistemas domóticos en las futuras obras, promovidas por las diversas empresas constructoras de la región colombiana.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar y diseñar un material didáctico para la asignatura “Domótica” perteneciente a la especialización en Control e Instrumentación Industrial.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Especificar los contenidos a incluir en el material didáctico de la asignatura “Domótica” en desarrollo.
- Aportar nuevas herramientas y recursos para el aprendizaje de la asignatura “Domótica” concerniente a la especialización en Control e Instrumentación Industrial.

## 1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

### DATO DE PARTIDA

El Ministerio de Minas y Energía a través de la Resolución Número 18 0398 de 2004 de abril 7, expidió el *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*, que establece las condiciones técnicas que garantizan la seguridad en las actividades y/o procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia.<sup>1</sup>

Uno de los principales fundamentos del *Reglamento (RETIE)* es “...asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de sus servicios...”<sup>2</sup>

---

Para determinar los requisitos de una instalación eléctrica es necesario en primera instancia realizar los cálculos de energía a consumir, a partir de estos es posible evaluar la cantidad de materiales necesarios, la preparación de presupuestos y demás disposiciones reglamentarias.

La elaboración de los planos eléctricos es en detalle la ficha de partida para iniciar las caracterizaciones eléctricas de la vivienda. A continuación, se explica de manera sencilla y práctica los elementos más sobresalientes de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

---

<sup>1</sup> Fuente de internet disponible en: <http://www.minminas.gov.co>

<sup>2</sup> *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE*. Cartilla. Ministerio de Minas y Energía. República de Colombia. Bogotá 2006.

## 1.1 DESGLOSE DE LA VIVIENDA PARA EL ESTUDIO ELÉCTRICO

Como se mencionó anteriormente, la ficha de partida son los planos arquitectónicos de planta donde se encontrarán las áreas que constituyen la vivienda, se debe indicar el número de habitaciones, baños, área de jardines, salones, pasillos, patios, garajes, etc., con el objeto de enmarcar los límites de las instalaciones eléctricas.

A continuación se enuncian los requerimientos básicos en los diferentes espacios de una vivienda:

- **Cocina:** Generalmente debe disponer de tomas para conectar hornos eléctricos, refrigerador, licuadora, cafetera eléctrica, tostadora de pan, y entre otros aparatos domésticos, de un plafón para el alumbrado del área. Actualmente es posible encontrar salidas especiales para otros dispositivos como procesadores de desperdicios, lavadora de platos, video porteros, entre otros.
- **Habitación:** Cuentan especialmente con alumbrado, enchufes para interconectar lámparas, relojes digitales, ventiladores o aire acondicionado, algunos más exigentes con pequeños minicomponentes de sonido, televisores LCD, reproductores de CD/DVD/MP3, computador, salidas de línea telefónica y operador de cable, entre otros dispositivos eléctricos.
- **Baño:** Este espacio cuenta con alumbrado a través de fluorescente o luz incandescente, tomas para conectar la secadora de pelo, la máquina de afeitar, extractor de olores, algunos más generosos con calentador de agua, lámparas en el espejo, tinas de última gama con generador de burbujas o hidromasajes.

- Sala y comedor: Debe contar con salidas para el alumbrado del área, lámparas de techo, para conectar aparatos eléctricos como televisores, dispositivos de sonido, aspiradora, líneas de teléfono, consolas de video juegos, además de innumerables electrodomésticos.
- Pasillo: Comúnmente estos espacios cuentan con los contactos para el alumbrado, y de manera implícita con los apagadores de tres vías para escaleras o espacios extendidos, algunos con disponibilidad de interconectar aspiradoras, pulidoras, etc.
- Patio y jardín: Estas áreas pueden estar separadas o en conjunto; sin embargo cada una puede estar dentro o fuera de la vivienda. Por ende el alumbrado para estas zonas puede contar con control en el interior y exterior de las mismas. Además de tomacorrientes para conectar alguno que otro dispositivo eléctrico.
- Cuarto de servicio: Algunos pueden contener enchufes para conectar electrodomésticos comunes como la plancha de ropa, televisores, radios, lavadora, secadora, máquinas de coser, etc., además de su alumbrado.
- Garaje: Puede estar ubicado al interior o exterior de la vivienda; sin embargo debe contar con su respectivo alumbrado. Algunos pueden disponer de tomacorrientes para algunos aparatos eléctricos como taladros, calentadores y otros equipos eléctricos.

La indicación de la instalación de los dispositivos eléctricos necesarios se representa en un plano, el cual suele incluir lo siguiente:

- Alumbrado
- Tableros de distribución

- Apagadores
- Salidas para TV y teléfono
- Salidas para electrodomésticos comunes
- Salidas especiales

Una vez definidas las necesidades eléctricas de cada uno de los espacios se procede al diseño de la instalación eléctrica. Este estudio es llamado *Memorias de cálculo de la instalación eléctrica*.

## **1.2 CARGAS**

En una red eléctrica doméstica hay diferentes tipos de cargas, que se pueden clasificar como lineales o no lineales, resistivas o inductivas, monofásicas o polifásicas. Un aspecto importante a tener en cuenta en el diseño de una instalación eléctrica es la potencia consumida por cada carga, por lo cual el diseñador suele utilizar tablas en las que se muestran los consumos típicos, como se muestra a continuación.

### ***Consumos Típicos***

En la Tabla 1 se presentan los consumos típicos en vatios de algunos dispositivos eléctricos monofásicos de uso común en el hogar. Aunque los consumos pueden variar dependiendo de la referencia del electrodoméstico instalado, estas tablas sirven constituyen una base para que el ingeniero haga los cálculos de la instalación eléctrica que está diseñando.

Tabla 1. Cargas típicas de los electrodomésticos

<b>Electrodoméstico</b>	<b>Carga aproximada [Watts]</b>
Televisor	100-1000
Plancha eléctrica	800
Refrigerador	1000
Licuadaora	500
Radio	100
Lavadora de Ropa	800
Extractor de jugos	300
Aspiradora	200-1000
Secador de pelo	500-1000
Reloj eléctrico	5
Máquina de afeitár	20

Para determinar la carga total instalada se suman las cargas fijas conectadas en la instalación eléctrica. Se suman todos los Watts fijos en la vivienda: lámparas, contactos, timbres, ventiladores de techo, etc. También se suman las cargas fijas monofásicas (aparatos que funcionen a 120 Voltios de corriente alterna) y que tienen un factor de utilización general por encima del 70% al día.

### **Tipos de Cargas**

- **Resistiva:** son todos aquellos aparatos que generalmente producen luz, calor o sonido, por ejemplo lámparas incandescentes, hornos, estufas eléctricas, parrillas, moduladores de audio, radios, etc.
- **Inductiva:** son todos aquellos aparatos eléctricos que emplean en su funcionamiento motores eléctricos, por ejemplo ventiladores, licuadoras, batidoras, refrigeradores, motobombas, máquinas de coser, etc.
- **Lineal:** cuando la corriente que absorbe un dispositivo tiene la misma forma de la tensión que la alimenta. Pueden ser dispositivos compuestos por

*componentes pasivos, es decir cargas resistivas, inductivas y capacitivas. En otras palabras cargas RLC que no deforman la señal, por ejemplo motores sin convertidor de frecuencias, iluminación incandescente, resistencias de estufas, etc.*

- **No lineal:** *cuando la corriente que absorbe un dispositivo no tiene la misma forma que la tensión que la alimenta. La corriente presenta armónicos y su espectro es función de la naturaleza de la carga. Los dispositivos eléctricos comprenden componentes pasivos y activos, generalmente cargas electrónicas. Por ejemplo variadores de velocidad, controladores de iluminación, tubos fluorescentes, equipos electrónicos, y todo dispositivo con componentes electrónicos.*

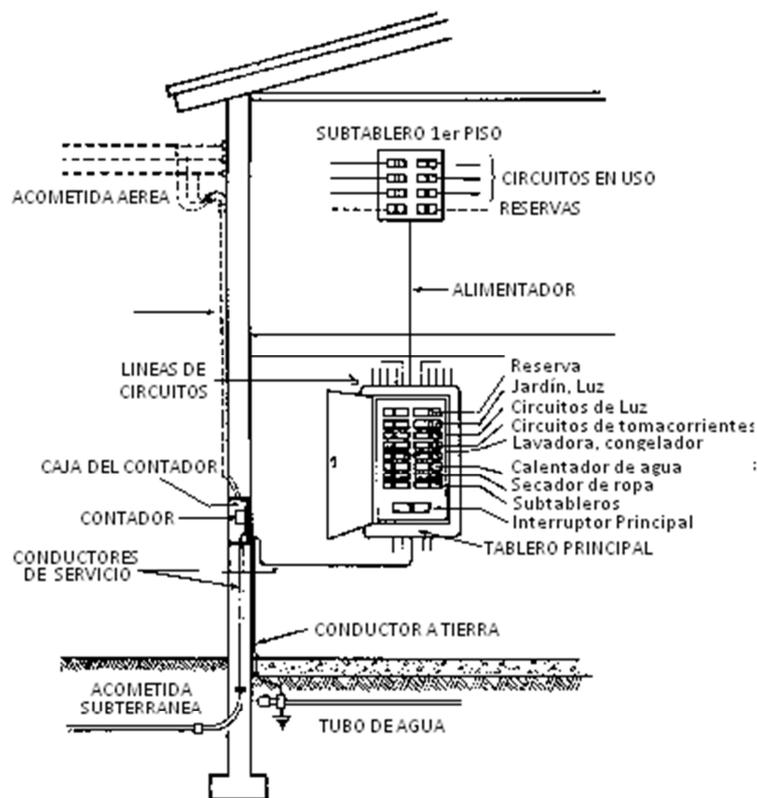
### **1.3 ACOMETIDA**

Para que la energía eléctrica llegue a nuestras viviendas se debe enviar a través de las líneas de acometida. Estas van desde las redes de baja tensión hasta las instalaciones del usuario. Las acometidas pueden ser aéreas o subterráneas.

- **Acometida aérea:** Cuando la red de distribución es aérea se realizan unos acoplamientos de derivación, de manera tal que se encuentre cercana a la fijación de las líneas de distribución para evitar caídas de tensión innecesarias; la acometida llega a un conjunto de aisladores fijado generalmente en la parte superior o al costado de la vivienda, asegurando especial cuidado para evitar entrada de agua lluvia a través del tubo protector o a la entrada de la caja del contador.
- **Acometida subterránea:** Actualmente son utilizadas en mayor parte para evitar lo mal visto de las redes urbanas o “telarañas aéreas”. Son enviadas

a través de un cable de red subterráneo donde se deriva hasta integrarse a la caja principal del contador. De igual forma que la acometida aérea es conveniente realizar la conexión entre el punto de distribución de la compañía suministradora y el interruptor principal con el fin de evitar caídas de tensión. Esta acometida es más segura y duradera al estar protegida y resguardada bajo el suelo.

Figura 1. Acometida aérea y subterránea<sup>3</sup>



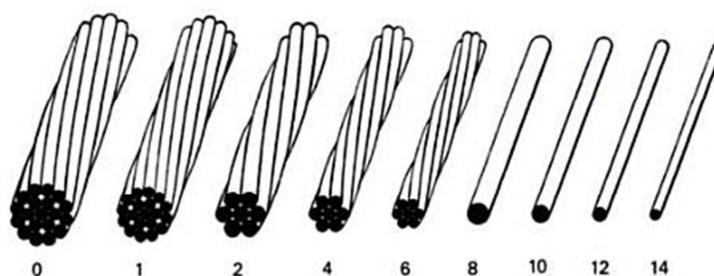
Las empresas prestadoras del suministro de energía deben disponer al usuario final un equipo de medición de la energía consumida. Este dispositivo se encuentra ubicado en la denominada caja del contador y permite medir el consumo de energía eléctrica en kWh (Kilo Watios Hora).

<sup>3</sup> Fuente de internet en: [http://zonracosiness.blogspot.com/2009\\_11\\_01\\_archive.html](http://zonracosiness.blogspot.com/2009_11_01_archive.html)

## 1.4 CONDUCTORES UTILIZADOS

Las instalaciones eléctricas residenciales se construyen con conductores de cobre. Los calibres de los conductores proporcionan una idea de la sección o diámetro de los mismos. Para esto se toma como referencia el sistema norteamericano de calibres (AWG<sup>4</sup>), que se enuncia a través de números, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Calibres de conductores desnudos. Designación AWG<sup>5</sup>



### ***Tipos de Conductores Incluidos en la NTC 2050***

A continuación se indican los conductores eléctricos contenidos en la NTC<sup>6</sup> 2050, y que son los de mayor uso en las instalaciones internas y la conexión con la red de la empresa suministradora del servicio de energía eléctrica.

*Conductores para instalaciones interiores: La sección 310 en la NTC 2050 establece requisitos generales de los conductores y sus denominaciones de tipos de aislamiento, rótulos, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de corriente nominal y usos.*

<sup>4</sup> American Wire Gauge, en español: Calibre de Alambre Americano.

<sup>5</sup> Enriquez Harper. El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. Ed.Limusa. pág. 39.

<sup>6</sup> Norma Técnica Colombiana

El RETIE indica que, si no se especifica otra cosa, los conductores son de cobre. El calibre mínimo para utilizar en una instalación eléctrica residencial debe ser 14 AWG en cobre.

*Conductores de acometida: La sección 338 de la NTC 2050 establece requisitos generales de Acometida, los cuales están conformados por un conjunto de uno o varios conductores con o sin cubierta interior; los cables de acometida de cobre no debe ser inferior a 8 AWG.*

En toda instalación eléctrica los conductores deben cumplir con ciertos requerimientos para su aplicación:

- Límite de tensión de aplicación: para el caso de instalaciones eléctricas de baja tensión residencial, cercano a los 1000 Voltios.
- Capacidad de conducción de corriente: representa la máxima capacidad para conducir corriente para un calibre específico dado, afectado por factores como la temperatura y la capacidad de disipación del calor producto de las pérdidas en función del medio en que se encuentra, aire o tubo conduit.
- Máxima caída de tensión permisible: según calibre del conductor y de la corriente que conducirá; debe respetarse la máxima caída permisible de voltaje según indiquen las normas eléctricas de la locación.

## **1.5 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN**

Es aquel que se conecta a la línea principal y que contiene el interruptor principal y del cual se derivan el (los) circuito (s) secundarios.

Los tableros se instalan en lugares secos, ambiente normal, de fácil acceso y alejados de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc. Para lugares húmedos, mojados, a la intemperie o polvorientos, los tableros deberán construirse con el grado de protección IP<sup>7</sup> adecuado al ambiente.

El tablero debe contener un interruptor principal para la protección de las instalaciones eléctricas (fuente de alimentación y demás circuitos ramales), generalmente se encuentra ubicado al interior de la vivienda, empotrado a una altura aproximada de 1.60 metros respecto al suelo acabado, para facilitar su manipulación en casos de mantenimiento e incidentes.

El tablero de distribución principal debe estar interconectado a los siguientes circuitos ramales:

- Circuitos de ramales para alumbrado.
- Circuitos ramales de tomacorrientes, debidamente segmentados (cocina, salas, habitaciones, baños, exteriores, etc.)
- Circuitos ramales de uso exclusivo.

Las características principales y de funcionamiento de los tableros de distribución se especifican a continuación:

- Distribuir la energía eléctrica a los diferentes circuitos o ramales, según las necesidades de quien habita la vivienda.
- Proteger en forma independiente cada uno de los circuitos o ramales contra corto circuitos y/o sobrecargas.

---

<sup>7</sup> IP: IngressProtection - en español Protección contra Ingreso.

- Proveer a cada instalación eléctrica de circuitos independientes para su conexión o desconexión, sin perturbar otro circuito de la misma red o instalación.

Figura 3. Tablero eléctrico de distribución



## 1.6 APARATOS DE SALIDA

### ***Tomacorrientes o Contactos***

Los tomacorrientes se emplean para conectar o enchufar, a través de clavijas, dispositivos eléctricos portátiles y electrodomésticos tales como, televisores, reproductores de audio/video, licuadoras, lámparas, lavadoras, secadoras de pelo, batidoras, hornos eléctricos, etc.

Generalmente los tomacorrientes pueden tolerar una carga nominal no menor de 15 amperios para 125 voltios y no menor de 10 amperios para 250 voltios. Comercialmente pueden encontrarse de tipo sencillo o dobles, para conexión a tierra (polarizados) y a prueba de agua. También puede encontrarse tomacorrientes combinados con interruptores.

Los tomacorrientes se deben ubicar aproximadamente entre los 70 y 80 centímetros con respecto al nivel del piso (piso terminado). En las cocinas y en

los baños es común encontrarlos sobre los 1,20 y 1,35 metros de altura sobre el nivel del piso, esto es debido a que en su mayor parte se encuentran en la misma caja de los interruptores y/o apagadores.

En la siguiente figura se indican diferentes tipos de tomacorrientes comerciales de la línea BTICINO: *Domino Avant* ®.<sup>8</sup>

Figura 4. Tipos comerciales de Tomacorrientes



Los tomacorrientes instalados sobre la superficie del suelo deben estar contenidos en cajas especiales, diseñadas para cumplir con esta intención, a excepción de los tomacorrientes que se encuentran en sitios elevados o que no estén expuestos a daños mecánicos, humedad o polvo.

Los tomacorrientes a prueba de intemperie deben estar diseñados para soportar los diferentes ambientes al cual es sometido. Pueden presentar tapas herméticas

<sup>8</sup> Fuente de internet disponible en:  
[http://www.bticino.com.ve/site\\_VE/jsp/products/products.do?pageld=products&sectionId=products&subId=default](http://www.bticino.com.ve/site_VE/jsp/products/products.do?pageld=products&sectionId=products&subId=default)

o algún soporte de aislamiento contra polvo y humedad, de manera que ofrezca seguridad al usuario.

Los tomacorrientes de la multi-toma al igual que sus homólogos, deben soportar mínimo 15 amperios y la clavija a carga plena no debe aumentar su temperatura por encima de 30°C. Se debe tener estricto cuidado sobre los elementos a conectar en este tipo de unidades.

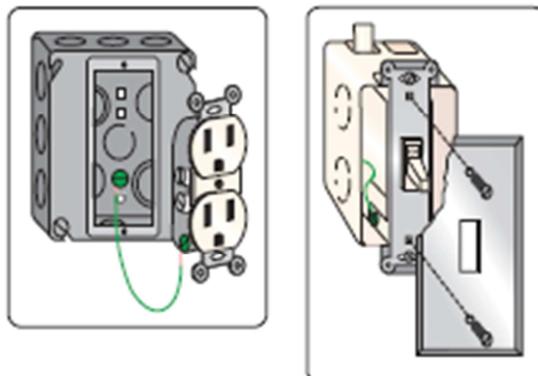
### ***Cajas de conexión***

Las cajas de conexión son las unidades donde se instalan los tomacorrientes, interruptores y rosetas, medidores y otros aparatos. Las cajas de conexión pueden ser rectangulares, redondas, octogonales o cuadradas, según su uso, para salidas de lámparas, rosetas, apagadores y tomacorrientes. También se clasifican de acuerdo con el diámetro de sus perforaciones donde se conectan a los tubos de la red eléctrica.

Si son utilizadas en instalaciones visibles sobre aisladores o con cables con cubierta no metálica es aconsejable realizar la debida conexión a tierra. Este requisito es obligatorio en cocinas y baños. También es recomendable que los conductores alojados al interior de estas cajas, incluyendo empalmes, aislamientos y vueltas, no ocupen más del 60% del espacio interior de la caja.

Las aberturas no usadas deben estar selladas de manera que su protección mecánica sea adecuada y equivalente a la pared de la caja o accesorio.

Figura 5. Caja de conexión



Las cajas de conexión donde se instalan los tomacorrientes, interruptores y rosetas, medidores y otros aparatos, deben estar certificadas. No pueden ser de calibre menor a 0,9mm. Las dimensiones mínimas deben ser 101 x 53,9 x 47,6 mm y las pestañas donde se colocan los tornillos que sujetan los aparatos deben ser roscadas con rosca 6-32 y profundidad no menor a 1,5 mm.

Durante su encaje estas deben quedar preferiblemente instaladas a ras de la superficie acabada o en su defecto sobresalir de ella. Pueden estar empotradas en concreto, mampostería o cualquier otro material de construcción, cerciorándose que permanezca rígida y segura.

### ***Plafones***

Los plafones son unidades que se sirven de sujeción a las lámparas, bombillas, luces halógenas, etc. Su diseño varía de acuerdo con las necesidades del usuario. Comercialmente existen ornamentadas, de común uso en habitaciones, baños, salas de estar, comedores, bibliotecas, oficinas, etc.

Figura 6. Plafones comerciales<sup>9</sup>



### ***Interruptores y Apagadores***

Los interruptores eléctricos, como su nombre lo indica, son dispositivos empleados para interrumpir una corriente eléctrica. Sus aplicaciones son innumerables, pueden ir desde un simple control On/Off de un bombillo, hasta un complejo selector automático de múltiples capas controlado por una computadora.

Existen diferentes tipos de interruptores:

- Interruptor Basculante
- Interruptor pulsador
- Interruptor rotativo
- Interruptor magneto térmico, termo-magnético o automático
- Reed switch
- Interruptor centrífugo
- Interruptor de transferencia
- Interruptor DIP (Dual in-line package)

---

<sup>9</sup> Fuente de internet en: <http://www.suministrosserki.com/iluminacion.html>

Dentro de los interruptores de las instalaciones de baja tensión se encuentran los “Breaker”, que no es más que un dispositivo empleado para conectar y desconectar un circuito eléctrico por medios no manuales y desconectar el circuito automáticamente para un valor predeterminado de sobre corriente, protegiendo las demás instalaciones eléctricas, sin dañarse a sí mismo. Comúnmente son usados en los cuadros eléctricos de viviendas para controlar y proteger los circuitos individuales o modulares.

Figura 7. Breaker comercial<sup>10</sup>



Los apagadores por su parte son pequeños y de acción rápida, manualmente operables debido a su baja capacidad de uso, generalmente para controlar el encendido de pequeños aparatos domésticos, así como unidades de alumbrado de baja tensión que no deben exceder voltajes nominales a los 600 voltios.

Figura 8. Apagador con LED indicador



<sup>10</sup> Fuente de internet en: <http://www.denverbreaker.com/>

Se debe mantener un estricto cuidado para no implementar este tipo de apagadores para interrumpir corrientes que exceden su valor nominal, o su valor nominal de voltaje; para ello se debe observar que dentro de las características de los mismos se encuentren impresos los datos de voltaje y corriente, con la finalidad de asegurar su prudencial uso.

### ***Dimmer (o Atenuadores)***

Los *Dimmer* son un tipo de dispositivo atenuador, que generalmente es usado para regular la corriente eléctrica en uno o varios dispositivos de alumbrado, con la finalidad de variar la intensidad de la luz. Este dispositivo puede o no incluir la función de encendido al “paso por cero” de la red de voltaje. La reducción del valor eficaz sobre el emisor de luz se logra recortando la señal en el momento de subida en un punto habilitado por el usuario.

Figura 9. Dimmer

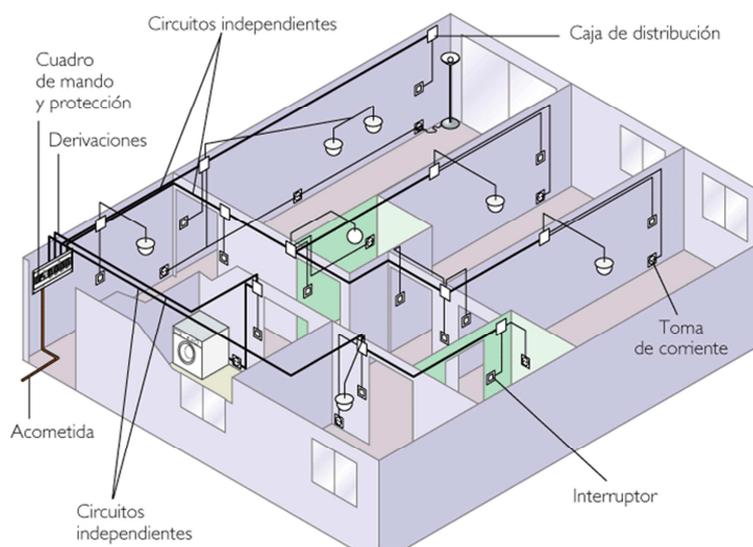


Estos dispositivos pueden también ser manipulados a través de controladores, microcontroladores y/o protocolos especiales.

## 1.7 CIRCUITOS RAMALES

Se constituyen por ser los circuitos empleados para alimentar las luces de uso general y de interconectar a través de los tomacorrientes y enchufes para otros dispositivos eléctricos de baja potencia.

Figura 10. Componentes iniciales y finales de los ramales<sup>11</sup>



El número de circuitos ramales de alumbrado se puede determinar de acuerdo con los cálculos del diseño de distribución eléctrico y a los planos arquitectónicos del proyecto eléctrico. Los circuitos ramales se pueden clasificar en dos categorías: de tipo individual o exclusivo y de uso variado.

Los circuitos ramales deben asegurar una capacidad de carga máxima que van a suministrar. Los conductores de estos circuitos ramales deben tolerar una corriente no inferior a la corriente nominal del circuito ramal.

<sup>11</sup> Fuente de internet en: [http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/instalacion-electrica-viviendas.html?x=20070822klpinctn\\_184.Kes&ap=2](http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/instalacion-electrica-viviendas.html?x=20070822klpinctn_184.Kes&ap=2)

*La Norma Técnica Colombiana* define a los circuitos ramales como los conductores del circuito entre el dispositivo final de protección contra sobre corrientes y las salidas, clasificándolos en:

- Circuitos ramales de uso general
- Circuitos ramales para artefactos
- Circuitos ramales individuales
- Circuitos ramales multiconductores

La NTC establece para dispositivos eléctricos de baja potencia que la carga continua del ramal no debe ser mayor del 80% de la capacidad nominal del circuito.

## **2. AUTOMATISMOS Y TABLEROS ELÉCTRICOS**

En toda instalación de dispositivos eléctricos doméstica el uso de la energía eléctrica es indispensable. La prolongación del servicio y la calidad de la energía consumida por los diferentes dispositivos, así como la requerida para la iluminación, son necesarias para lograr mayor productividad, rendimiento y confort. En su mayor parte las instalaciones eléctricas se concentran ubicadas y distribuidas de forma ordenada y tangible, permitiendo al usuario seguridad, facilidad de interconexión, administración de otras redes, visualización de equipos, entre otras ventajas.

A continuación se describen partes fundamentales de las instalaciones eléctricas, y su atención deriva en cientos de elementos y dispositivos, eléctricos y electrónicos, que convergen en sí mismos.

### **2.1 AUTOMATISMOS**

Los automatismos son sistemas que permiten a una máquina realizar trabajos de modo físico sin la concurrencia humana y lo realiza de forma cíclica o programada. De esta forma, podemos encontrarnos con máquinas automáticas o semi-automáticas, que pueden estar compuestos por sistemas autónomos o no.

Generalmente los automatismos se encuentran clasificados en eléctricos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos y electrónicos. Se pueden encontrar en diversas máquinas, combinando uno o varios de los tipos anteriormente descritos, pero siempre animados o controlados por la corriente eléctrica.

### ***Automatización Mecánica***

- Sistemas complejos y abundancia de componentes.
- Ruedas dentadas.
- Poleas.
- Palancas.
- Piñones.

### ***Automatización Neumática***

Se basa en el empleo de aire comprimido como elemento energético básico. El aire se puede comprimir por medio de una acción mecánica exterior hasta alcanzar una presión determinada (superior a la atmosférica). Al entrar en contacto con un elemento de trabajo libera esa energía.

A continuación se esboza un cilindro de sección **A** sobre cuyo émbolo actúa aire comprimido a presión **p**, la fuerza comunicada al vástago es **F=pA**. Si el recorrido del cilindro es **e**, el trabajo desarrollado es igual a **T=Fe**.

### ***Automatización Hidráulica***

Se basa en la mecánica de fluidos. Los líquidos no son comprimibles y carecen de forma propia, adoptando la del recipiente que los contiene. Si sobre una masa líquida se ejerce una fuerza, ésta se transmite a todos sus puntos. La fuerza **F**, aplicada a un émbolo **A**, origina una presión que se transmite en todas las direcciones y cuyo valor es idéntico en cualquier punto, fuerza que debe ser contrarrestada por las paredes del recipiente.

### ***Automatización Eléctrica***

Basado en el empleo de relés y/o contactores.

*Relé:* Actúa como intermediario para alimentar un determinado circuito en función de una señal externa. Se compone de bobina, conjunto magnético y contactos. Cuando la bobina recibe tensión el conjunto magnético oscila consiguiendo que los contactos cambien de posición.

*Contactor:* funcionalmente equivalente a un relé, pero más robusto para soportar mayores tensiones y corrientes de cara a su aplicación industrial.

### ***Automatización Electrónica Cableada***

Se realiza a través del uso de componentes electrónicos: Puertas lógicas, registros de desplazamiento, temporizadores, contadores, biestables, multiplexores/demultiplexores, sumadores, etc.

### ***Automatización Electrónica Programada***

Un computador actúa como elemento de mando. El computador implementa toda lógica de control. Se conecta al proceso mediante los interfaces adecuados.

Dispositivos más comunes:

- Microcontroladores: Fácil manejo y programación. Contienen múltiples funciones. Presentan una interfaz compleja y son de baja robustez.
- Autómatas Programables: Fácil manejo y programación. Múltiples funciones. Interfaz simple y alta robustez.
- Minicomputadores: Difícil manejo, programación y mantenimiento. Múltiples funciones. Interfaz complejo. Todos los grados de robustez.

Muchas de las aplicaciones de los automatismos resultan imprescindibles en todas las instalaciones por simples que sean. Las ventajas de la automatización resultan necesarias, por ejemplo para arrancar un equipo compresor que sube agua a nuestra vivienda, el ascensor de nuestro edificio, las máquinas e instalaciones donde trabajan nuestros vecinos, etc.

Los automatismos aportan ventajas a las máquinas, instalaciones y procesos que animan y controlan, como son entre otros los siguientes:

- Asegurar el funcionamiento y repetitividad de las maniobras y operaciones
- Facilitar y simplificar el manejo
- Reducir el número de averías
- Facilitar la reparación de averías. Ayuda al mantenimiento apareciendo en pantalla mensajes que indican dónde se ha producido la avería
- Mejorar el nivel de seguridad para el usuario
- Automatizar procesos complicados pero que tienen una interrelación
- Controlar instalaciones y procesos de fabricación
- Facilitar la gestión y planificación de la producción
- Reducir los medios humanos necesarios
- Reducir costes

La materialización de un automatismo conlleva una serie de tareas y cada una de ellas hay que realizarla correctamente para que el resultado final sea satisfactorio.

El proyecto y realización de un automatismo presenta las siguientes fases:

- Cuaderno o documento descriptivo de necesidades.
- Registro de especificaciones técnicas. Estudio técnico previo al desarrollo de esquemas y programas.
- Registro técnico, cálculos, esquemas, programas e instrucciones.
- Acopio de materiales.
- Construcción de cuadros y tableros eléctricos.
- Montaje en máquina o instalación.
- Pruebas y entrega al cliente.
- Manuales de funcionamiento que se entregan al cliente.

Generalmente todas las máquinas animadas por receptores y aparatos eléctricos tienen sus correspondientes automatismos, desde muy simples a muy sofisticados y, por tanto, de una instalación eléctrica que se compone básicamente de:

- Conexión a la red eléctrica
- Tableros eléctricos
- Conexión a receptores, sensores y accionadores en la máquina.

## **2.2 OTROS AUTOMATISMOS**

También se encuentra otra variedad de automatismos, sistemas de mando y detección. La siguiente es una lista de los dispositivos que se emplean hoy en día en instalaciones automatizadas:

- Sistemas de mando manuales (Pulsadores, interruptores)
- Detectores de posición (Finales de carrera)
- Interruptores horarios y crepusculares.
- Control de nivel de líquidos.
- Detectores de proximidad.
- Detectores fotoeléctricos.
- Detectores por ultrasonidos.
- Detectores para alarmas.
- Codificadores optativos.
- Sistema de mando manual (Pulsadores, interruptores)

## ***Interruptores Horarios y Crepusculares***

El principio de funcionamiento se basa en un componente fotosensible que asociado a un circuito de amplificación genera una señal al relé afectando la apertura o el cierre del contacto según el nivel de regulación.

Figura 11. Interruptores Horarios y Crepusculares<sup>12</sup>



A continuación se presenta un Interruptor Crepuscular Exterior (Galax LSS W) ofrecido en el mercado por General Electric Energy<sup>13</sup>.

### ***Datos técnicos***



El interruptor crepuscular Galax LSS W, está diseñado para una fijación mural exterior con un grado de protección IP54. Con este dispositivo controlaremos la iluminación conectada a él, en función de la intensidad luminosa del exterior, es decir, el interruptor crepuscular encenderá la iluminación (p.ej de un jardín) cuando la intensidad luminosa exterior sea inferior a la que hayamos ajustado y la desconectará en caso contrario. Utilizando este dispositivo podremos controlar la iluminación exterior de un jardín, porche, entrada a un garaje, etc.

- Sensor lumínico con ángulo de recepción aprox. 180º.
- Rango de luminosidad ajustable entre 2 – 2000 lux.
- Retardo de encendido ajustable entre 20 – 120 seg.
- Alimentación 220-240V 50Hz
- Poder de corte 10(2) A 250V CA.
- Grado de protección IP54

<sup>12</sup> Fuente de internet en: <http://www.temper.es/somosMas/grasslin.asp>

<sup>13</sup> Fuente de internet en: <http://www.gepower.com/home/index.htm>

## ***Detectores para alarmas***

Detector de movimientos, crepuscular e infrarrojo.

### *Principales usos*

- Detecta el movimiento de una persona y enciende automáticamente el alumbrado.
- Excelente para disuadir a los intrusos.
- Evita accidentes en fábricas mediante alumbrados.
- Ofrece un recibimiento agradable a los visitantes.
- 

Figura 12. Detectores para alarmas.



Está equipado con una lente óptica que le permite detectar la radiación calorífica de un cuerpo humano en movimiento de noche. Funciona principalmente por la noche, pero se puede regular para el día, de 5 a 300 lux.

### *Detector de movimientos infrarrojos, para falsos techos*

El detector de movimientos colocado en el falso techo actúa al paso de personas y acciona el relé de potencia de la luminaria del pasillo (hasta 6 detectores por relé) durante un periodo de tiempo configurable.

Figura 13. Detectores por Infrarrojos<sup>14</sup>



## **2.3 TABLEROS ELÉCTRICOS**

### ***Tablero Eléctrico***

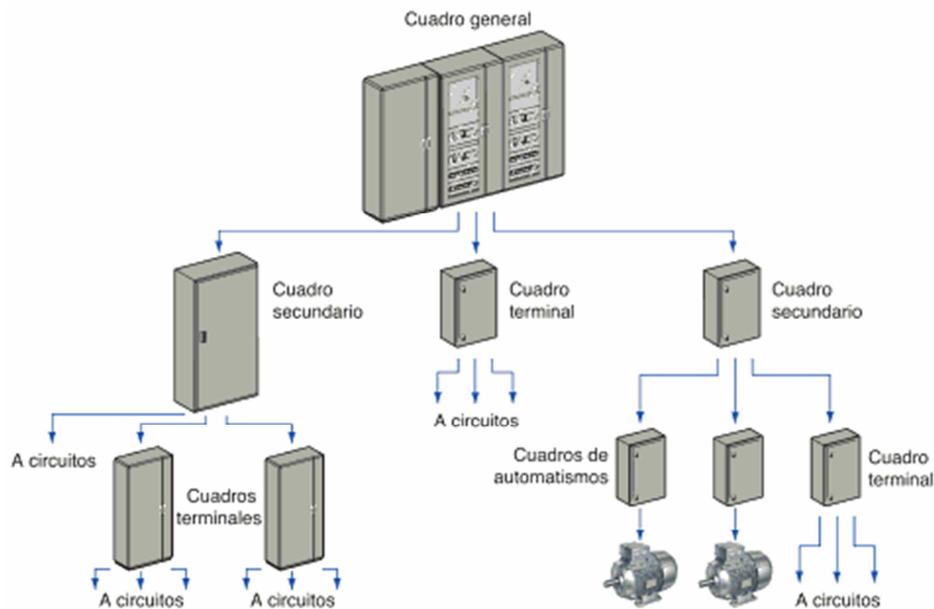
El tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, comando, maniobra, medición, protección, alarma y señalización, con sus respectivas cubiertas y soportes de elementos especiales, con el servicio de cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

Los criterios de diseño o ensamblaje de un tablero eléctrico deben cumplir normativas que aseguren su correcto funcionamiento una vez este se encuentre energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales son ubicados.

---

<sup>14</sup> Fuente en internet en : <http://www.archiexpo.es/fabricante-arquitectura-design/detector-movimiento-3094.html>

Figura 14. Tipología de una instalación de Tableros Eléctricos<sup>15</sup>



Los elementos y/o equipos de protección y control, así como los instrumentos de medición, son instalados también en tableros eléctricos; tomando una conexión como punto de referencia se pueden encontrar tableros eléctricos con las siguientes características:

- *Diagrama Unifilar*
- *Diagrama de Control*
- *Diagrama de Interconexión*

## TIPOS DE TABLEROS ELÉCTRICOS

De acuerdo con la ubicación en la instalación, los tableros reciben las siguientes designaciones:

<sup>15</sup> Juan Carlos Martín, Ma. Pilar García. *Automatismos Industriales*. Editex 2009. Pág. 9.

- **Caja o gabinete individual de medidor:** es aquel al que acomete el circuito de alimentación y que contiene el medidor de energía desde donde parte el circuito principal.  
Esta caja o gabinete puede contener además, medios de maniobra, protección y control pertenecientes al circuito de alimentación.
- **Tablero Principal de distribución:** es aquel que se conecta a la línea principal y que contiene el interruptor principal y del cual se derivan los circuitos secundarios.
- **Tablero o gabinete colectivo de medidores:** es aquel al que llega el circuito de alimentación y que contiene los medidores de energía y los circuitos principales. Este tablero puede contener a los dispositivos de maniobra, protección y control pertenecientes al circuito de alimentación y a los interruptores principales pertenecientes a la instalación del inmueble, desde donde parten los circuitos seccionales. En este caso, los gabinetes que alojan a los interruptores principales se comportan como tableros principales.

**Figura 15. Tablero Industrial de Distribución<sup>16</sup>**



---

<sup>16</sup>Fuente: <http://www.odisagt.com/index.php?showPage=84>

### **3. EL SISTEMA X-10**

#### **3.1 HISTORIA**

El sistema X-10 es un protocolo estándar de transmisión para (Power Line Carrier P.L.C.) transmisión por la línea eléctrica. Fue desarrollado por Pico Electronics en la década de los setentas, e introducido comercialmente en 1978 por Sears Home Control System y Radio Shack Plug'n Power System. Desde entonces, X-10 ha sido desarrollado para el sistema de control domótico por muchas empresas y se han elaborado versiones O.E.M.<sup>17</sup>.

Actualmente es el sistema de control del hogar con mayor aceptación dentro del mercado, debido a su compatibilidad con P.L.C. y al desarrollo de nuevos módulos bajo dicho protocolo, como el X-10 Power House utilizado principalmente en Estados Unidos.

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA X-10**

La red de la instalación es la base de todo el sistema de corrientes portadoras (X-10). El elemento básico y fundamental de la técnica de corrientes portadoras es el aprovechamiento doble de la instalación eléctrica ya existente, como conductor de energía y de información.

Al instalar el sistema X-10, la red eléctrica, además de suministrar energía, se encarga también de la transmisión de señales de mando para los diversos aparatos eléctricos. Estas señales son conocidas como “corrientes portadoras”.

---

<sup>17</sup> OEM (abreviatura del inglés Original Equipment Manufacturer, en español sería Fabricante de Equipos Originales).

Dichas corrientes portadoras pueden ser enviadas a cualquier punto que se desee dentro de la instalación, y a su vez pueden solicitarse de dicho punto las informaciones pertinentes.

El sistema X-10 se caracteriza principalmente por:

- Ser un sistema descentralizado; configurable, no programable.
- Ser de instalación sencilla Plug and Play (conectar y funcionar).
- Ser de fácil manejo por el usuario.
- Tener alta compatibilidad con otros dispositivos de la misma gama, obviando fabricante y antigüedad.
- Ser flexible y ampliable.

Dentro del estándar X-10 hay una gran variedad de productos de alta gama que permiten aplicaciones diversas en los campos de:

- Seguridad: intrusión, fugas de gas, inundaciones, incendio, alarma médica, simulación de presencia.
- Confort: supervisión centralizada y descentralizada de iluminación y otros dispositivos, así como persianas. Manejo con mando a distancia. Facilidades para audio y video. Posibilidad de gestión a través de un computador personal.
- Ahorro energético: programación nocturna y optimización de recursos.
- Comunicación: control telefónico remoto. Aviso de la vivienda ante incidentes (control telefónico bidireccional).

El sistema permite el accionamiento a distancia y control remoto de diversos receptores eléctricos, desde uno o desde varios puntos y trabaja tanto en redes de corriente alterna monofásica como trifásica.

Aunque el uso de módulos de control domótico X-10 sea muy extendido y que sea esta una de las principales ventajas de dicho protocolo, se tienen otras ventajas y

es que los productos pueden relacionarse entre ellos y sin que se pierda la compatibilidad con productos anteriores; es decir, los equipos instalados hace más de 20 años seguirán funcionando con las gamas actuales. Adicionalmente, debido a que el sistema es flexible y modular reduce los costos de instalación y el tiempo de montaje.

Los dispositivos X-10 pueden ser:

- **Transmisores**

Los transmisores emiten una señal codificada de bajo voltaje que es superpuesta sobre el voltaje del cableado. Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos sobre el cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.

- **Receptores**

Los receptores y transmisores consiguen comunicarse con 256 direcciones diferentes. Cuando se emplean algunos controladores de computadores, estos dispositivos logran reportar su estado.

- **Bidireccionales**

Estos módulos toman la señal generada por los dispositivos transmisores. Una vez que el dispositivo termina la recepción de la señal responde encendiéndose (ON) o apagándose (OFF). Los receptores contienen un código determinado por el usuario para señalar la dirección del dispositivo. Múltiples dispositivos con código similar pueden co-existir y responder al mismo tiempo dentro de un mismo perímetro.

Los dispositivos bidireccionales, poseen la capacidad de responder y revalidar la adecuada ejecución de una orden, lo cual puede ser muy útil

cuando el sistema X-10 está conectado a un programa de computador que muestre los estados en que se encuentra la instalación domótica del lugar.

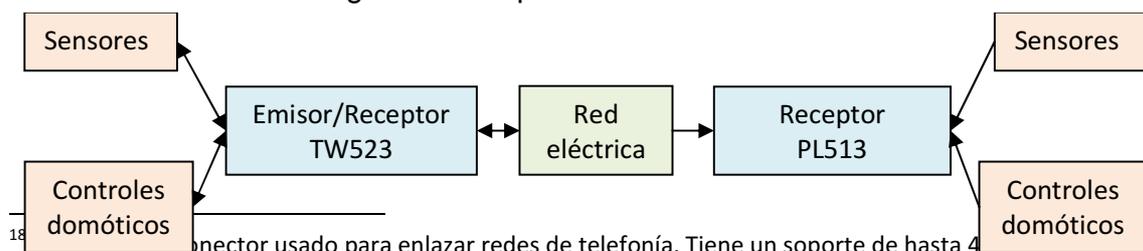
- **Inalámbricos**

Una unidad que permite conectarse a través de una antena y enviar señales de radio desde una unidad inalámbrica e inyectar la señal X-10 en el cableado eléctrico (como los controles remotos para abrir los portones de los garajes). Estas unidades no están habilitadas para controlar directamente a un receptor X-10, debe utilizarse un módulo transceptor.

X-10 es una marca registrada y para utilizarla se necesita comprar un elemento a X-10 Power House. Lo que quiere decir que si se quiere desarrollar módulos propios, se requerirá interfaces de línea como son el PL513 (dispositivo transmisor) y el TW523 (transmisor/receptor). Ambos ofrecen un uso efectivo de transmisión X-10 por la red eléctrica. Se conectan a la red eléctrica por una toma de corriente y al módulo (compatible con X-10) por un cable RJ11<sup>18</sup>. Las dos interfaces proporcionan un optoacoplador, una onda cuadrada de 60Hz, están sincronizadas al paso cero de la corriente eléctrica y permiten recibir código X-10.

La diferencia entre estas dos interfaces es que el TW523 podría ser una extensión del PL513, ya que este modelo además de recibir, permite emitir dicho protocolo. Los fabricantes generarán elementos que enviarán códigos X-10 compatibles, sincronizados con el paso cero de la línea eléctrica. Mientras que el PL513 y el TW523 introducirá el código por la línea eléctrica. Teniendo de este modo el circuito de comunicaciones cerrado.

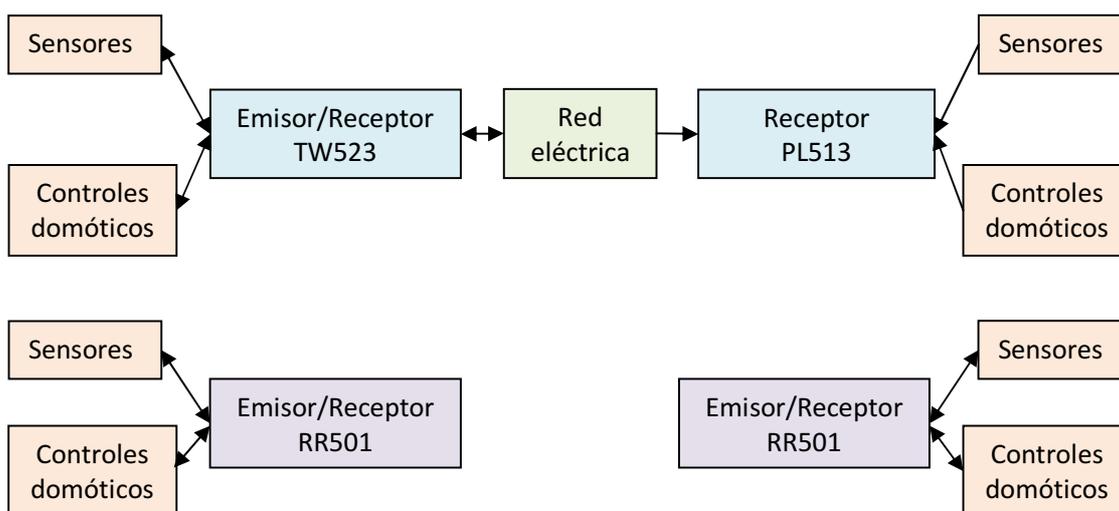
Figura 16. Esquema sólo red eléctrica



Además de la comunicación cableada se tiene la opción inalámbrica, utilizando radiofrecuencia. Aquí entra en juego el sistema de control remoto RR501, que emplea como interfaz un transmisor/receptor (Transceiver) que envía señales de radiofrecuencia a otro nodo de la comunicación para enviar la señal a un elemento de control. La manera de emplear el RR501 es igual a la utilizada por los interfaces PL513 y TW523, se conecta directamente a una toma eléctrica.

Por tanto, si se unen estas dos tecnologías tanto las interfaces cableadas PL513 y TW523, como el inalámbrico se obtendrán un canal de comunicación con dos vías.

Figura 17. Esquema con medio inalámbrico



### 3.3 CÓDIGO DE TRANSMISIÓN X-10 (PL513 Y TW523)

Para transmitir señales X-10 el fabricante tiene que suministrar una señal de 1ms a la entrada del transmisor del interfaz común. Dicha señal debe ser lo más cercana posible a la señal de cero de la línea eléctrica. Para representar la salida se emplea un optoacoplador que asegura el paso por cero de la red y avisa al

fabricante de que los códigos X-10 están siendo sincronizados. Los dispositivos no distinguen entre el paso por cero cuando la señal va de positivo a negativo y viceversa, ambos pasos por cero son interpretados de igual manera por el dispositivo.

Figura 18. Sincronización con el cruce por cero



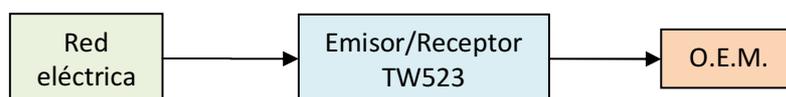
Un "1" binario del mensaje se representa por un pulso de 120kHz durante 1ms, en el paso por cero de la señal de red, y el "0" binario del mensaje se representa por la ausencia de ese pulso de 120kHz.

### 3.4 X-10 RECEPCIÓN DE CÓDIGO (TW523)

El TW523 usa un circuito integrado (I.C.) diseñado para leer las compilaciones del sistema X-10 desde la línea eléctrica. Esto reduce la carga al microprocesador del O.E.M., ya que no tendría que estar continuamente monitorizando la red eléctrica y comprobar todas las señales entrantes (y ruido) para variarlas. Al recibir el

código X-10 este es guardado en el I.C. y enviado (en un paquete) al producto O.E.M.

Figura 19. Recepción de código



Este paquete de datos se relaciona con la segunda transmisión del código X-10. La información enviada al producto O.E.M. es código X-10 válido.

### 3.5 ESTRUCTURA DEL MENSAJE X-10

La generación de un mensaje en X-10 está compuesta por un código de comienzo (1110) o Star Code y puede usarse para alertar al producto O.E.M. del código que transmitirá a continuación, seguido por la letra de la vivienda y por un paquete de bytes que implican el control:

- El código de comienzo se mantiene siempre igual.
- El código de la letra del recinto, será identificativo del elemento que se desee manejar. Este puede tener el mismo código que otro, lo que permite que una única instrucción sea recibida y ejecutada por todos los elementos con la misma identificación.
- El código de control puede ser o una dirección de una unidad o un código de comandos, dependiendo de si el manejo es una dirección o un comando. La Tabla 2 y Tabla 3 muestran los posibles valores de los códigos del lugar en cuestión y control.

Un bit “1” que viene del TW523 aparece como negativo con el pulso de 1.1ms, estando aproximadamente a 100µs después de la señal de paso por cero. El LED<sup>19</sup> en el TW523 da una indicación visual de qué código X-10 está siendo recibido y para de iluminarse cuando se termina de recibir dicho código. Este LED también nos indicará cuando el aparato está emitiendo código.

Tabla 2. Códigos de la Casa<sup>20</sup>

Dirección de casa	Código de casa			
	H1	H2	H3	H4
A	0	1	1	0
B	1	1	1	0
C	0	0	1	0
D	1	0	1	0
E	0	0	0	1
F	1	0	0	1
G	0	1	0	1
H	1	1	0	1
I	0	1	1	1
J	1	1	1	1
K	0	0	1	1
L	1	0	1	1
M	0	0	0	0
N	1	0	0	0
O	0	1	0	0
P	1	1	0	0

<sup>19</sup> LED, acrónimo de Diodo Emisor de Luz

<sup>20</sup> **Romero Morales, Cristóbal; Vázquez Serrano, Francisco y De Castro Lozano, Carlos.** Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios inteligentes. Madrid. 2ª Ed. Ra-Ma, 2005. Pág: 120.

Tabla 3. Códigos de Control<sup>21</sup>

Dirección de Unidad	Código de control				Sufijo	
	D1	D2	D4	D8	D16	
1	0	1	1	0	0	
2	1	1	1	0	0	
3	0	0	1	0	0	
4	1	0	1	0	0	
5	0	0	0	1	0	
6	1	0	0	1	0	
7	0	1	0	1	0	
8	1	1	0	1	0	
9	0	1	1	1	0	
10	1	1	1	1	0	
11	0	0	1	1	0	
12	1	0	1	1	0	
13	0	0	0	0	0	
14	1	0	0	0	0	
15	0	1	0	0	0	
16	1	1	0	0	0	
Código de Comandos	Apagar todas las Unidades	0	0	0	0	1
	Encender Todas las Luces	0	0	0	1	1
	Encender	0	0	1	0	1
	Apagar	0	0	1	1	1
	Atenuar Intensidad	0	1	0	0	1
	Aumentar Intensidad	0	1	0	1	1
	Apagar todas las Luces	0	1	1	0	1
	Código Extendido (4)	0	1	1	1	1
	Petición de Saludo (1)	1	0	0	0	1
	Aceptación de Saludo	1	0	0	1	1
	Atenuación Preestablecida (2)	1	0	1	X	1
	Datos Extendidos (Análogo) (3)	1	1	0	0	1
	Estado = On	1	1	0	1	1
	Estado = Off	1	1	1	0	1
Petición de Estado	1	1	1	1	1	

(1) La *Petición de Saludo* es emitida para indicar si existen otros aparatos X-10 dentro del rango de escucha. Esto permite al O.E.M. establecer un Código de Casa heterogéneo si se acoge un mensaje de *Aceptación de Saludo*.

(2) En un código de *Atenuación Preestablecida*, el bit D8 representa el bit más significativo del nivel. H1, H2, H4 y H8 representan los bits menos significativos.

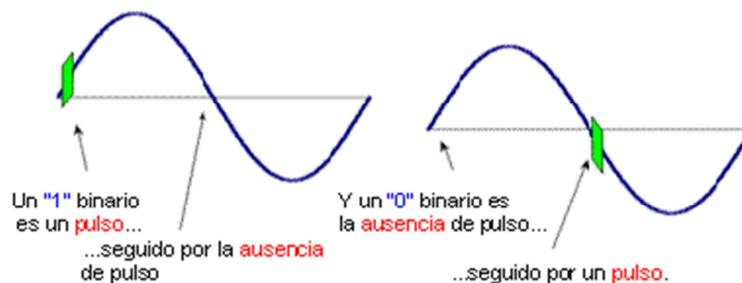
<sup>21</sup> Romero Morales, Cristóbal; Vázquez Serrano, Francisco y De Castro Lozano, Carlos. Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios inteligentes. Madrid. 2ª Ed. Ra-Ma, 2005. Pág: 120.

(3) La instrucción de *Datos Extendidos* pueden representarse a través de bytes, que indican información analógica (posterior a una conversión A/D). Entre los bytes de datos, el código de datos extendidos y los datos reales no deben presentarse separaciones. El primer byte transmitido puede utilizarse para indicar la cantidad de bytes de información que seguirán.

(4) El *Código Extendido* es análogo a la instrucción de Datos Extendidos: bytes consecuentes al Código Extendido (no se presenta separación entre estos bytes), consiguen presentarse como códigos adicionales. El diseñador aprovecha este medio para expandirse a más de los 256 códigos actualmente disponibles.

Cuando transmitimos el código de la Tabla 2 y la Tabla 3, dos pasos por cero son usados para transmitir cada bit como una pareja de bits complementarios (en otras palabras, un cero se representa por 0-1 y un uno es representado por 1-0 según se muestra en la siguiente figura).

Figura 20. Codificación de bits en X-10 (excepto código de inicio)



La práctica de interpretar el código X-10 que proviene de su propia salida sirve de apoyo al fabricante para incorporar código de corrección y detección de errores. Si el código recibido difiere del código enviado, se asume que el código ha sido corrompido por el ruido (u otra transmisión) en la línea eléctrica.

La capacidad del monitor de línea en el TW523 permite al O.E.M. asegurar que la red eléctrica está libre de señales X-10 antes de empezar una transmisión. Esto significa que en un sistema multitransmisor, el O.E.M. puede minimizar la confusión entre transmisores. Por ejemplo, si después de detectar que la línea está libre, un transmisor espera un número aleatorio de ciclos de la red eléctrica antes de transmitir, la posibilidad de colisión se ve reducida. Una precedencia diferente puede ser fijada a cada transmisor incluyendo un retardo fijo antes del retardo aleatorio. Mientras mayor sea el retardo, menor será la prioridad.

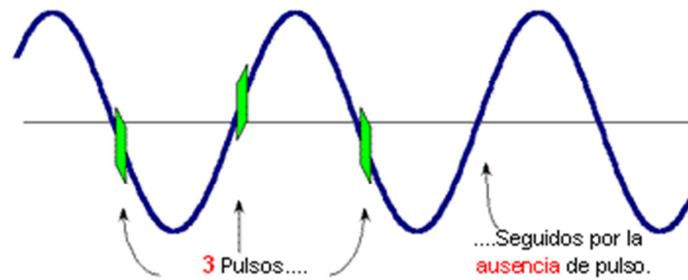
### **3.6 TEORÍA DE LA TRANSMISIÓN**

Las emisiones de X-10 son sincronizados con el cruce por cero de la línea eléctrica. La meta del diseño debería ser transmitir tan cerca del punto de corte cero como sea posible, pero será posiblemente dentro de 200 $\mu$ s de dicho punto. El PL513 y TW523 proporcionan una onda cuadrada de 60Hz con un retraso máximo de 100  $\mu$ s desde el punto de corte cero con la línea eléctrica. El retraso máximo entre la señal de entrada y 120kHz de pulsos de salida es de 50  $\mu$ s. por lo tanto, lo apropiado sería que la señal de salida del PL513 y TW523 estuviese dentro de 50 $\mu$ s de esta onda cuadrada de referencia desde el punto de corte cero de 60Hz.

### **3.7 CODIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN**

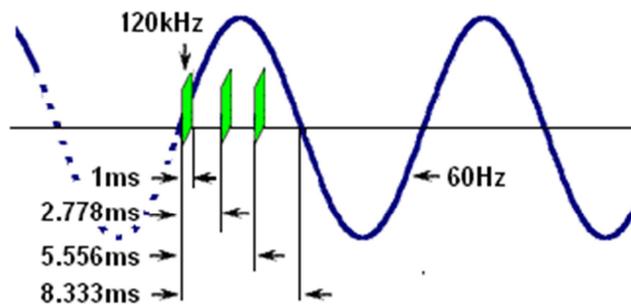
Sabemos que un "1" binario es representado por un pulso de 1ms en el punto de corte cero y un binario "0" por la ausencia de pulso dentro de los 120kHz. El PL513 y el TW523 modulan sus entradas (de O.E.M.) con 120kHz, por lo tanto sólo un paquete necesita ser aplicado a las entradas. Esto se puede ver reflejado en la siguiente imagen.

Figura 21. Codificando la señal



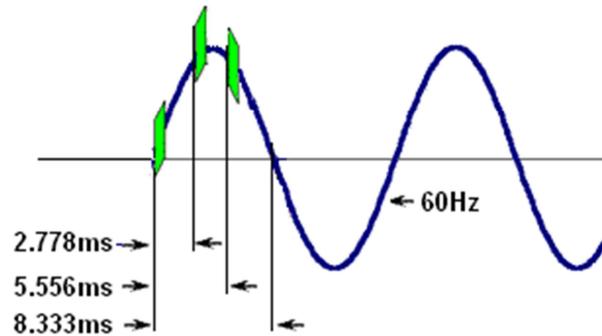
Este pulso de 1ms debería de hecho ser transmitido tres veces para coincidir con los puntos de cortes cero de las tres fases en un sistema de distribución de tres fases.

Figura 22. Codificando la señal (a)



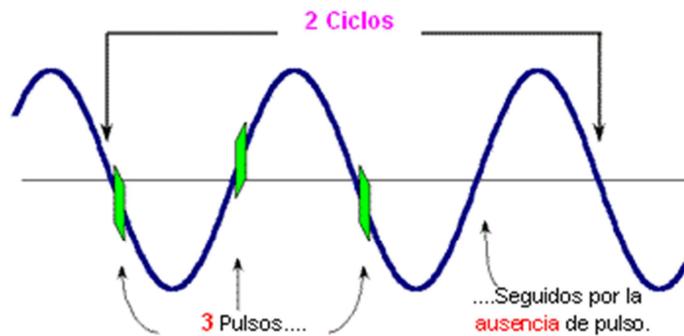
Para aclarar las señales de la anterior figura a continuación son mostradas cómo serían vistas a través de un filtro de paso alto. La onda de 60Hz es sólo mostrada como referencia. Realmente las señales son superpuestas sobre la de 60Hz y se ven como lo muestra la siguiente figura.

Figura 23. Codificando la señal (b)



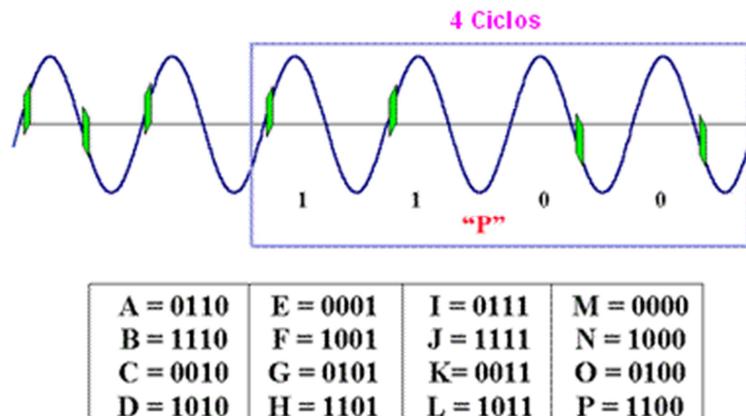
Al iniciar el código (1110) este es el único que no se envía de forma extra y es el único código que no cumple el salto cada 4 o 5 instrucciones, para comprenderlo se muestra la siguiente figura:

Figura 24. Código de comienzo



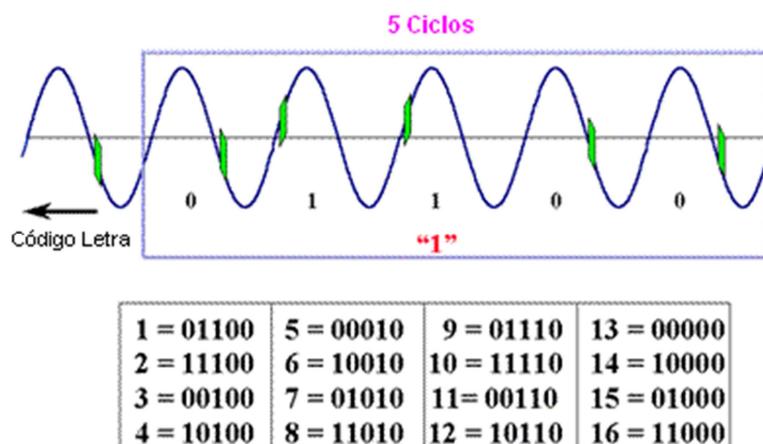
Posterior al código de comienzo se transmite la dirección de la casa o letra según se muestra en la Tabla 2.

Figura 25. Código con la dirección de la casa



Después de enviar el código de la letra se envía la dirección de la unidad o número, referenciado anteriormente dentro de la Tabla 3, formado por cuatro bits y finalmente la última columna denominada sufijo, este bit es utilizado para que el código de control represente una dirección de unidad o una orden de comando. Este sufijo será cero -"0"- si lo que queremos enviar es una dirección de unidad y uno -"1"- si se desea enviar una orden de comando.

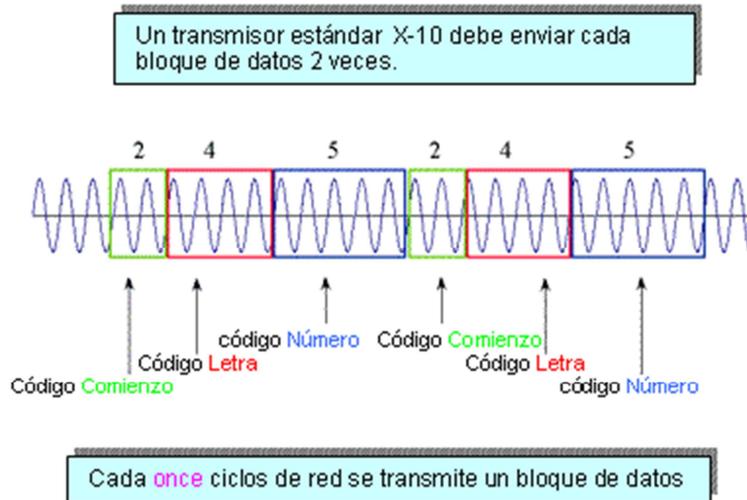
Figura 26. Código con la dirección de unidad



Al analizar el medio de transmisión desarrollado los diseñadores del código X-10 resolvieron transmitir dos veces cada uno de estos bloques de información para

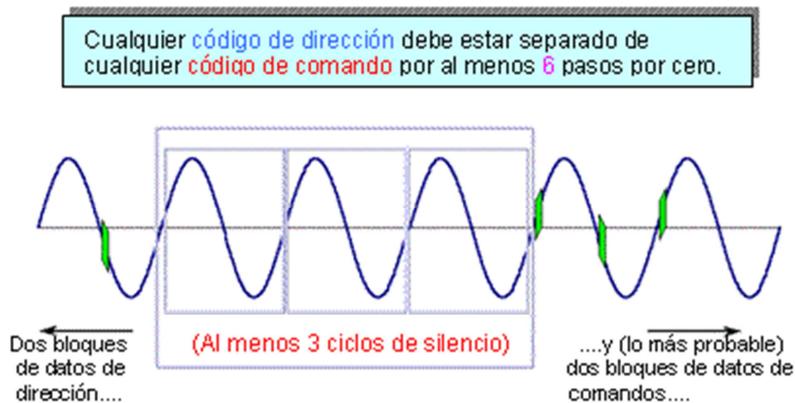
que el sistema ganara fiabilidad. La figura mostrada a continuación representa el ejemplo descrito anteriormente.

Figura 27. Transmisión de la dirección por duplicado



Los pares de información o bloques deben estar precedidos por 6 pasos por cero.

Figura 28. Ciclos de espera entre transmisores



Se emplea un margen de 3 ciclos, precisos para que el receptor mueva los datos de sus registros en cada uno de los 6 pasos por cero.

Procesados los datos de dirección en el receptor, este queda preparado para recibir una orden de comando. Igualmente al enviar la dirección, el bloque de datos del comando debe empezar por el código de comienzo, seguido de la letra y el código de control, finalmente irá el sufijo, teniendo que ser en este caso igual a 1 para que el código de control sea interpretado como un comando y no como una dirección por el receptor.

Figura 29. Código de comienzo + Código de la casa

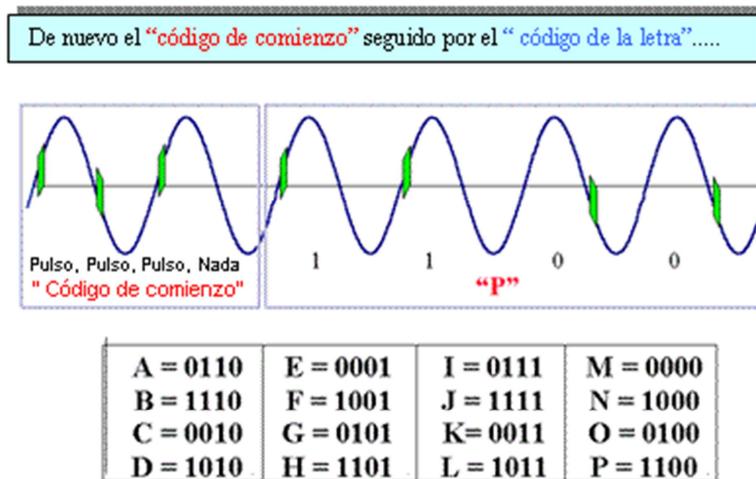
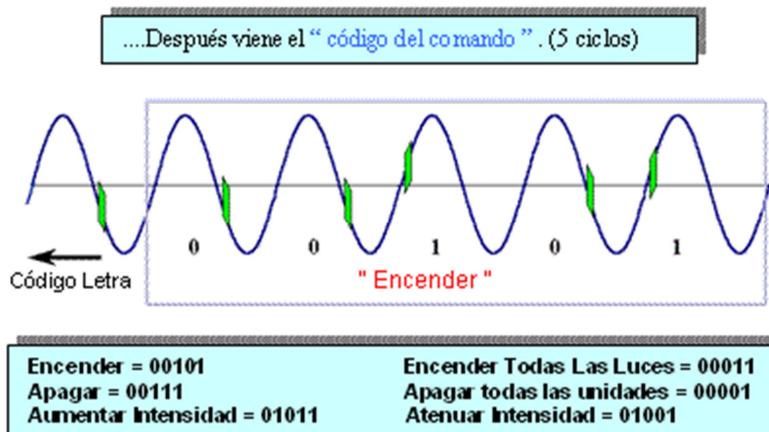
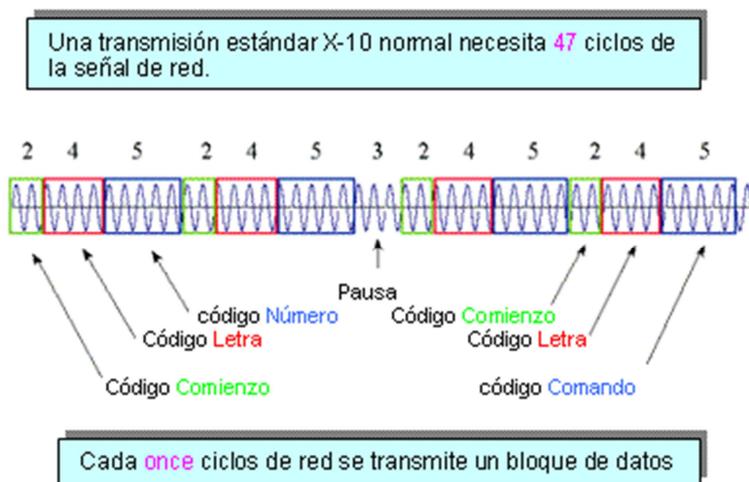


Figura 30. Código de comandos



En la siguiente figura se muestran los ciclos totales que necesita un transmisor para realizar la transmisión completa:

Figura 31. Ciclos necesarios para una transmisión completa



Los primeros dos ciclos representan un "Start Code". Los siguientes cuatro representan el "House Code" y los últimos cinco ciclos representan un "Number Code" (1 hasta 16) o un "Function Code" (On, Off, etc.). Este bloque completo debería ser siempre transmitido en grupos de dos con tres ciclos de la línea eléctrica entre cada grupo de dos códigos.

**Bright** (código de aumentar intensidad) y **Dim** (atenuar intensidad) son excepciones a esta regla, no requieren los tres ciclos de espera entre comandos consecutivos, por el contrario deberían ser transmitidos continuamente (al menos dos veces) sin saltos entre códigos. No obstante, se precisan los tres ciclos de espera entre códigos desiguales (por ejemplo entre Aumentar y Atenuar, o entre Encender y Atenuar, etc.).

En cada paquete de datos cada cuatro o cinco bits de código, corresponde transmitirse respectivamente, y de forma complementaria, en cada medio ciclo de corriente siguiente, debería dejar de transmitir. Por ejemplo si cada 1 milisegundo representa una señal transmitida en medio ciclo (1 binario), después ninguna señal debería transmitirse en el siguiente medio ciclo (0 binario).

**Hail Request** o Petición de Saludo se emite para asegurar la presencia de otros transmisores X-10 dentro del rango de emisión. Permitiendo al OEM asignar un código de casa diferente si se recibe un mensaje de “Hail Acknowledge” o Aceptación de Saludo.

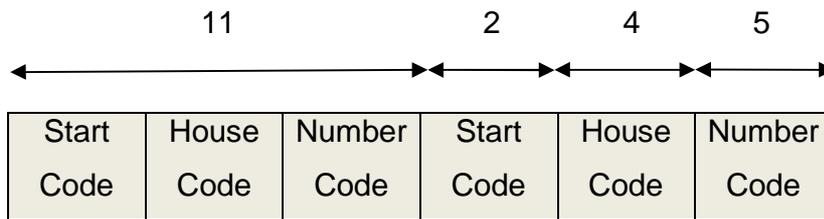
En el código **Pre-Set Dim** o de Atenuación Preestablecida, la instrucción D8 simboliza el más significativo de los niveles y H1, H2, H4 y H8 simbolizan al menos los 4 menos significativos.

El **Extended Data Code** o Código de Datos Extendidos se basa en la consecución de bytes que pueden simbolizar información analógica (posterior a una conversión A/D). Dentro de los bytes de datos no deben existir separaciones, ni entre el código de datos extendidos y datos reales. El primer byte se puede emplear para señalar cuántos bytes de información lo seguirán.

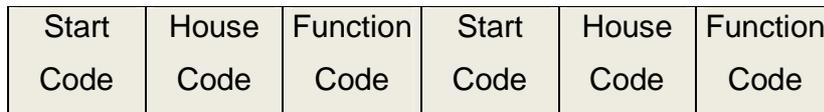
Start Code	House Code	Function Code	Start Code	House Code	Function Code
------------	------------	---------------	------------	------------	---------------

Start Code	House Code	Function Code
------------	------------	---------------

Ciclos de Línea Eléctrica

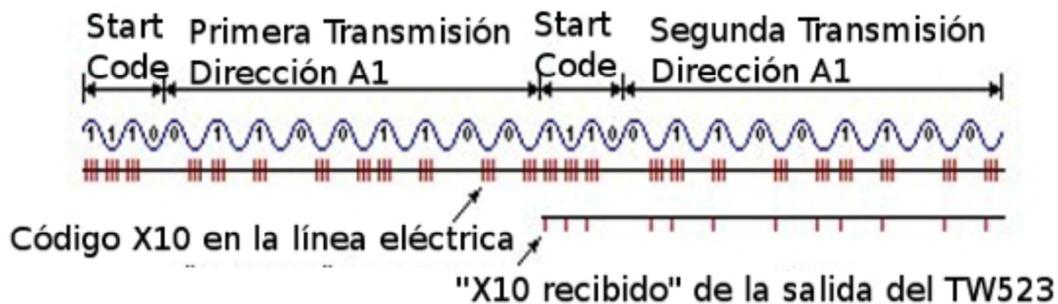


Código transmitido cuando Number Button está presionado



Código transmitido cuando Function Button está presionado

Figura 32. Codificando la señal



El **Extended Code** o Código Extendido es equivalente a los Datos Extendidos: son los bytes consecuentes a Código Extendido (entre estos bytes no existe separación), pueden representar códigos adjuntos. Permiten al diseñador expandirse a más de los 256 códigos actualmente disponibles.

Ampliación de términos:

Tabla 4. Códigos Sistema X-10

<b>Código</b>	<b>Función</b>
<b><i>Start Code</i></b>	Indica que se va a iniciar la comunicación, siempre es el mismo y es 1110.
<b><i>House Code</i></b>	Indica la casa a la que nos vamos a referir, pueden haber hasta máximo de 16 conectadas a la misma línea.
<b><i>Function Code</i></b>	Se encarga de informar del tipo de orden que queremos ejecutar.
<b><i>All Lights Off</i></b>	Código encargado de apagar todas las luces.
<b><i>All Lights On</i></b>	Código encargado de encender todas las luces.
<b><i>Extended Code</i></b>	Extensión de Código, puede ser utilizada tanto para control como para información.
<b><i>Hail Request</i></b>	Código para una petición de saludo.
<b><i>Hail Acknowledge</i></b>	Código para aceptación de saludo.
<b><i>Pre-Set Dim</i></b>	Código para establecer los niveles de iluminación.
<b><i>Extended Data (analog)</i></b>	Código encargado de enviar señales analógicas.
<b><i>Status = on</i></b>	Código para poner el estado a encendido.
<b><i>Status = off</i></b>	Código encargado de marcar el estado a apagado.
<b><i>Status Request</i></b>	Código para requerir el estado de la solicitud.

### 3.8 SEÑAL DE ENTRADA OPTOACOPLADA PARA EL PL513 Y TW523

Los envíos de información deben ser sincronizados con el paso por 0 de la red eléctrica y deberán estar cercanos a esta en lo mayor posible. El PL513 y el TW523 están diseñados para ser interfaces de otros circuitos con microprocesadores que tienen de código X-10 sincronizados con la señal de paso

0 de la AC. Es necesario enviar una señal de paso cero al procesador del O.E.M. para avisar que está sincronizado.

Es necesario mantener el aislamiento de esta línea, ya que el circuito controlador normalmente utilizado en X-10 POWERHOUSE no es deseable que pueda referenciar a la línea eléctrica recibida por el O.E.M. Tampoco es deseable coger la línea eléctrica del segundo polo de la línea eléctrica que está conectada al transformador ya que algunas palabras pueden perderse. Por tanto es necesario añadir un optoacoplador de 60Hz.

Un optoacoplador de 60Hz genera una onda cuadrada de 60Hz, que será colocada a la salida del PL513 y el TW523. El código X-10 generado por el producto O.E.M. es sincronizado con la referencia del paso cero. El paquete generado por el elemento es adoptado por el PL513 o el TW523 que se encarga de modular el paquete con 120kHz y la capacidad de captarlo a la red eléctrica.

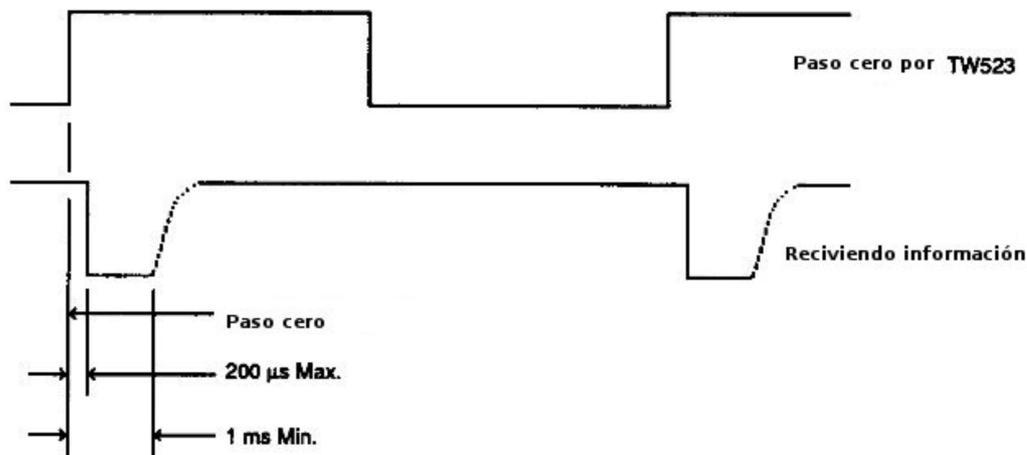
El producto del O.E.M. envía la señal con código X-10 en el siguiente formato, requerido por la señal de entrada:

- High para 1milisegundo que coincide con el cruce por cero, esto representa un '1' binario y tiene una velocidad de 120kHz. El oscilador transmitirá a 120kHz durante 1milisegundo sobre la línea eléctrica.
- Low para 1 milisegundo que coincide con el cruce por cero, representa un '0' binario y tiene una velocidad de 120kHz. La salida del oscilador se apaga durante 1ms de la entrada.

### 3.9 SEÑAL DE SALIDA OPTOACOPLADA PARA EL PL513 Y TW523

Del receptor X-10 del TW523 se tiene una salida que coincide con la segunda mitad de cada transmisor X-10. Este paquete de salida se abre a los 120kHz recibidos. Sólo el paquete correspondiente a la primera ráfaga, de cada grupo de 3 ráfagas, está disponible a la salida del TW523.

Figura 33. Señal de salida opto acoplada



A modo de esquema y para resumir se indican los pasos que contarán la codificación:

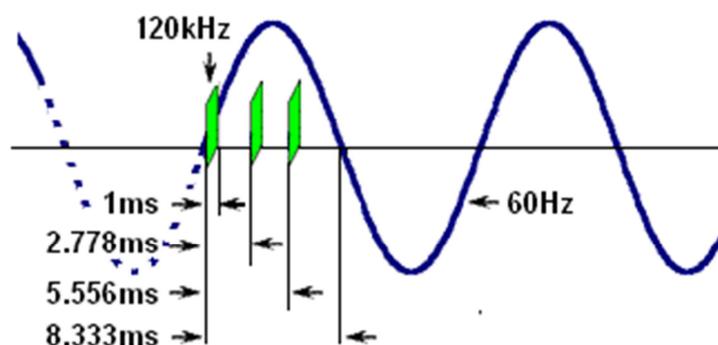
- Paso 0 de línea
- El TW523/PL513 recibe la señal y responde en un margen de tiempo de 100µs.
- El TW523/PL513 envía el paquete X-10 con un tiempo máximo de respuesta de 50µs.

Como suma de este proceso tenemos: 1ms + 50 µs + 100µs.

### **Montaje en sistemas trifásicos**

Para acceder desde la línea eléctrica de corriente trifásica, a todos los dispositivos distribuidos por las diferentes fases, se transmiten tres veces los paquetes de impulsos, cada pulso movido frente al pulso anterior por la amplitud del desplazamiento de fases (ver Figura 34), los módulos deben conectarse al sistema trifásico por medio de un acoplador de fases.

Figura 34. Temporización de la codificación en sistemas trifásicos



### **Interferencias en la línea eléctrica**

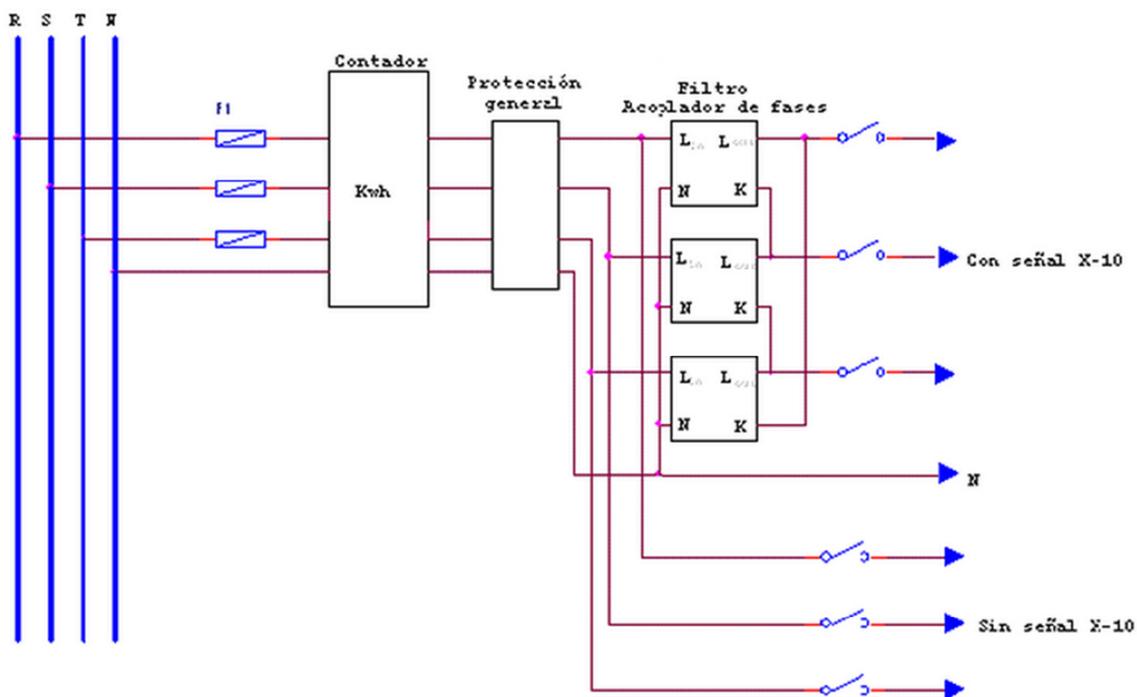
La red eléctrica puede afectar con interferencias la transmisión de las señales o pulsos de alta frecuencia. Los electrodomésticos como Tv, VCR, equipos de sonido, computadores, monitores, y otros aparatos eléctricos como transformadores e incluso cables, incluyendo filtros electrónicos, pueden afectar con ruido eléctrico a través de los cables de la red (ramales eléctricos).

Por lo anterior, los nuevos aparatos electrónicos de uso domiciliario, implementan circuitos que evitan la interferencia con la red eléctrica o disminuyen su impacto negativo sobre otros dispositivos.

Ahora si sobre la red eléctrica se presenta ruido eléctrico este puede generar atenuación o aislamiento de las señales transmitidas o recibidas en los módulos y dispositivos X-10. Un ejemplo típico del ruido eléctrico es el encendido aleatorio de los aparatos receptores, o el tener un dispositivo transmisor y otro receptor próximos y aun así no tener suficiente señal debido al ruido eléctrico. El aparato eléctrico que está produciendo dicho ruido no tiene que estar encendido, pues los equipos o aparatos eléctricos tales como computadores o televisores quedan en modo “stand by” cuando se apagan.

Para solucionar este tipo de problemas se emplean filtros que atenúan las señales de frecuencia diferente a 120 kHz. En la Figura 35 se muestra la instalación de uno de estos dispositivos que además sirve como acoplador de fase en sistemas trifásicos.

Figura 35. Filtro + Acoplador trifásico X-10



## 4. MÓDULOS X-10

### 4.1 MÓDULOS X-10 DE BAJA TENSIÓN

#### Transmisor PL513

El módulo transmisor se acopla a una toma de la línea eléctrica y puede también conectarse a un tercer dispositivo OEM a través de un medio RJ11. El OEM genera el código X-10 que será transmitido por la red eléctrica.

Figura 36. Transmisor PL513



#### Receptor/Transmisor TW523

El receptor/transmisor TW523 permite tanto la recepción de códigos X-10 como la transmisión.

Figura 37. Receptor/Transmisor TW523



## Receptor/Transmisor RR501

El receptor/transmisor RR501 permite tanto la recepción de códigos X-10 como la transmisión.

Figura 38. Receptor/Transmisor RR501



## Ventajas

- Bajo costo de los módulos.
- Accesibilidad, ya que las comunicaciones se establecen a través de la red eléctrica, si se cuenta con una de red eléctrica, se tiene una toma de red domótica.
- Su arquitectura abierta. Es factible que cualquier empresa, e incluso aficionados a la domótica, diseñen sus propios módulos de control y/o periféricos semejantes con X10, permitiendo que los precios bajen, y que la oferta de módulos sea mayor.

## Desventajas

- Bajo rendimiento frente a interferencias en la red o instalación eléctrica.
- No puede operar coexistiendo otro sistema que utilice la red eléctrica para sus transmisiones.

## 4.2 SERVICIOS Y VENTAJAS DEL SISTEMA X-10

### ***Ahorro de energía***

El control del consumo de energía en las viviendas es necesario. El sistema X-10, permite encender, atenuar o apagar de manera automática las luces y los equipos eléctricos, por ejemplo cuando el usuario entra o sale de una habitación. Además, X-10 admite controlar de forma centralizada los diferentes equipos eléctricos, tanto de una zona específica de una vivienda como los de un grupo de habitaciones.

Por ejemplo, también puede identificar en cualquier instante si una persona está en alguna habitación, generando diversas aplicaciones y servicios. Para acceder a la habitación el usuario puede emplear tanto una llave como una tarjeta. Adentro de la habitación deberá dejar las llaves en un colgador que emplee un contacto eléctrico que se cierra con el peso de las llaves, o si desliza su tarjeta en una pequeña ranura. El sistema evalúa las señales e identifica que hay alguien en la habitación y puede encender la calefacción o el aire acondicionado. Al salir de la habitación deberá recoger las llaves o la tarjeta, haciendo que el sistema apague la calefacción o el aire acondicionado, las luces, y la TV después de unos minutos.

*¡El sistema X-10 aprovecha de manera conveniente la red eléctrica, se puede instalar de una forma sencilla y económica!*

Las siguientes son ventajas donde los dispositivos X-10 tienen campo de acción:

- Solamente las zonas ocupadas por usuarios mantienen encendido estos equipos.
- En casos especiales, el usuario podría programar el encendido de la calefacción/aire acondicionado antes de que otro usuario lo consienta.

- En tiempos con altas temperaturas, se puede programar o apagar todos los calefactores remotamente.
- A bajas temperaturas, los calefactores pueden activarse remotamente incluso en las habitaciones desocupadas.
- Es posible regular la calefacción, de forma que el consumo de energía eléctrica se mantenga por debajo de un nivel establecido.

### **Seguridad**

La seguridad siempre ha sido un factor preponderante en una vivienda. Supongamos que un intruso o ladrón evitará penetrar a una vivienda si nota que ésta se encuentra habitada. La mayoría de la gente deja una luz o el televisor encendidos, la radio con alto volumen, etc., para hacer creer la presencia en la residencia. Pero los intrusos también han avanzado en sus técnicas y ya no se dejan engañar fácilmente por estos disimulos. Sin embargo, si las luces, la televisión y la radio se enciendan y se apagan de manera aleatoria, entonces el intruso quizás podría evaluar sus intenciones y se niegue a cometer el delito.

Ahora, suponiendo la persistencia del intruso, se aproxima a la casa y escucha ladrar a un perro, e inmediatamente las luces se encienden, desde luego renunciará a su fechoría.

El sistema X-10 proporciona facilidades disuasorias únicas, creando una convincente “simulación de presencia”. Cuando la casa está vacía, o incluso cuando los residentes se encuentren durmiendo o distraídos observando televisión, la casa estará siempre protegida.

- Cuando desee simular presencia en un lugar, simplemente pulse un botón. Puede tener diferentes tiempos de activación para luces y radios diferentes en zonas diferentes de la residencia. Cada tiempo es posible configurarlo aleatoriamente.

- Cuando oscurece, las luces interiores y exteriores se encenderán y las cortinas se cerrarán. Las luces se apagarán a una hora determinada y las cortinas permanecerán cerradas hasta el día siguiente.
- Si alguna persona ajena se aproxima a la vivienda, el sistema lo detectará y un convincente perro electrónico empezará a ladrar. Segundos después, una luz se encenderá y después otra.
- Incluso es factible tener una grabación con el sonido de gente hablando dentro del reproductor de sonido.
- Después de un tiempo el sistema se restablece, y estará listo para disuadir al siguiente intruso que se acerque.

### **4.3 EJEMPLOS DE APLICACIÓN**

Realizar una instalación domótica con el sistema X-10 es sencillo, pero requiere previos conocimientos de tecnología, ya que se pueden presentar percances con instalaciones mal dimensionadas o realizadas incorrectamente, acarreando problemas de funcionamiento.

En los capítulos anteriores se menciona cómo funciona el sistema X-10 y se describen algunos componentes de monitorización, también se describieron las recomendaciones sobre la instalación de componentes eléctricos de baja tensión.

A continuación se presentan las aplicaciones más frecuentes, a las que se añade el esquema unifilar de los elementos a conectar, con el objeto de dar a conocer un modo considerado de la instalación de los elementos domóticos.

### ***Instalación y montaje de control de iluminación***

La meta es diseñar el control de iluminación en una vivienda común. Lograr que las luces se activen de forma independiente y crear ambientes específicos por el usuario, todo a través de un pulsador de mando a distancia, que también permite controlar el equipo de TV-Video y sonido.

Figura 39. Control de encendido y ambiente en luces



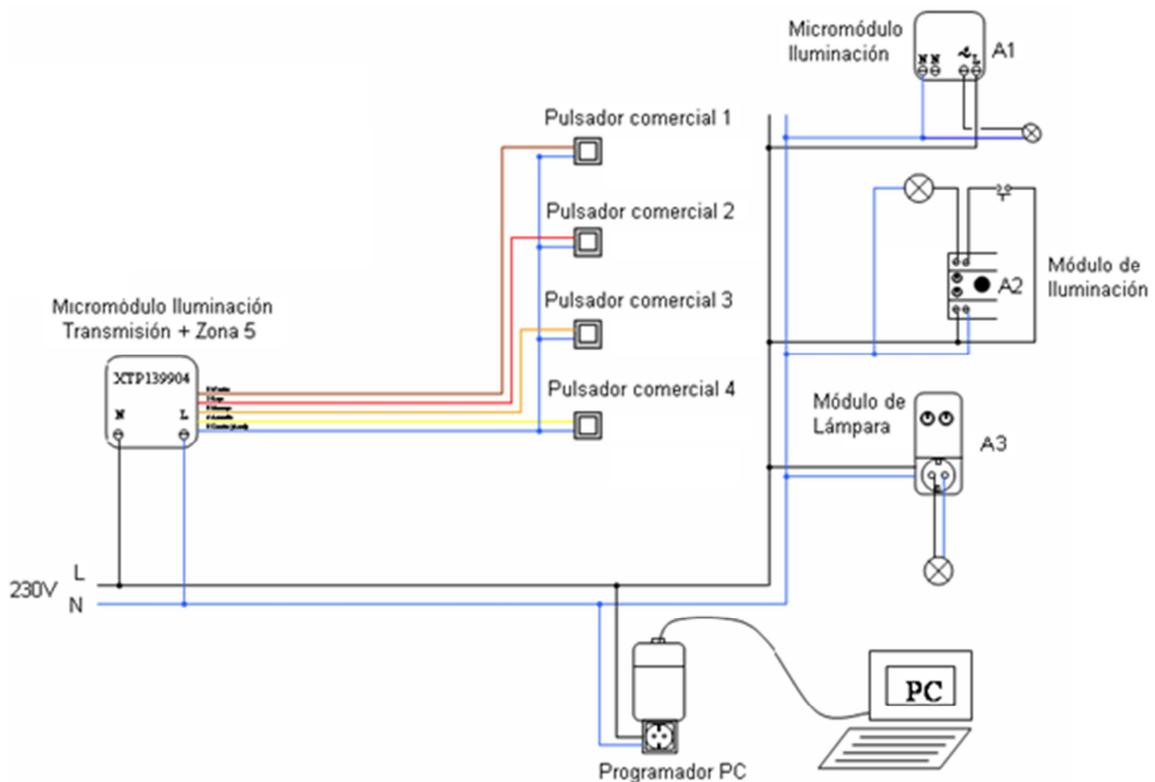
Para activar desde un pulsador convencional un micromódulo que permita el envío de órdenes X-10 a tres módulos conectados en la red de 120V, 60Hz de la misma fase eléctrica, además de activar dos escenas desde un cuarto pulsador, generados desde el programador PC. También se requiere de un mando a distancia universal.

#### ***Relación de material empleado:***

- 1 XTP139905 Micromódulo de iluminación transmisor de 4 zonas.
- 1 XTP130803 módulo de lámpara. (A3)
- 1 XTP130809 Módulo de iluminación DIN. (A2)
- 1 XTP130808 Micromódulo de iluminación bidireccional.
- 1 XTP040201 programador PC + Software Active Home en Español.

- 1 XTR040804 Controlador receptor IR/RF.
- 1 XTR080504 Mando multimedia.

Figura 40. Esquema eléctrico control de iluminación



### ***Instalación y montaje de control de calefacción***

El objetivo es diseñar el control de la calefacción de una vivienda. En el ejemplo se incluyen 4 tipos de calefacción.

*Tipos de calefacción:*

- *Tipo 1: calefacción por radiador eléctrico*
- *Tipo 2: calefacción por caldera estanca de gas natural*
- *Tipo 3: calefacción por caldera de Gasoil*
- *Tipo 4: bomba de calor/frío tipo Daikin*

Figura 41. Control de la calefacción en una vivienda



El control de temperatura se realiza mediante sondas termostáticas convencionales, cuya señal se envía a las calderas mediante un micromódulo de aparato transmisor XTP139904 y la activación de las mismas con módulos X-10 de diferente acabado.

En el caso del módulo de control de bomba de calor Daikin, existe un módulo X-10 específico debido a la complejidad de manejo de un sistema de este tipo. Para otras marcas y modelos, debido a la inexistencia de protocolos generalizados para la gestión domótica, se debe consultar caso a caso para resolver integración con el sistema domótico.

Nunca se deben controlar los sistemas de climatización con bomba de calor interrumpiendo la alimentación a 220V, ya que podrá dañar la unidad.

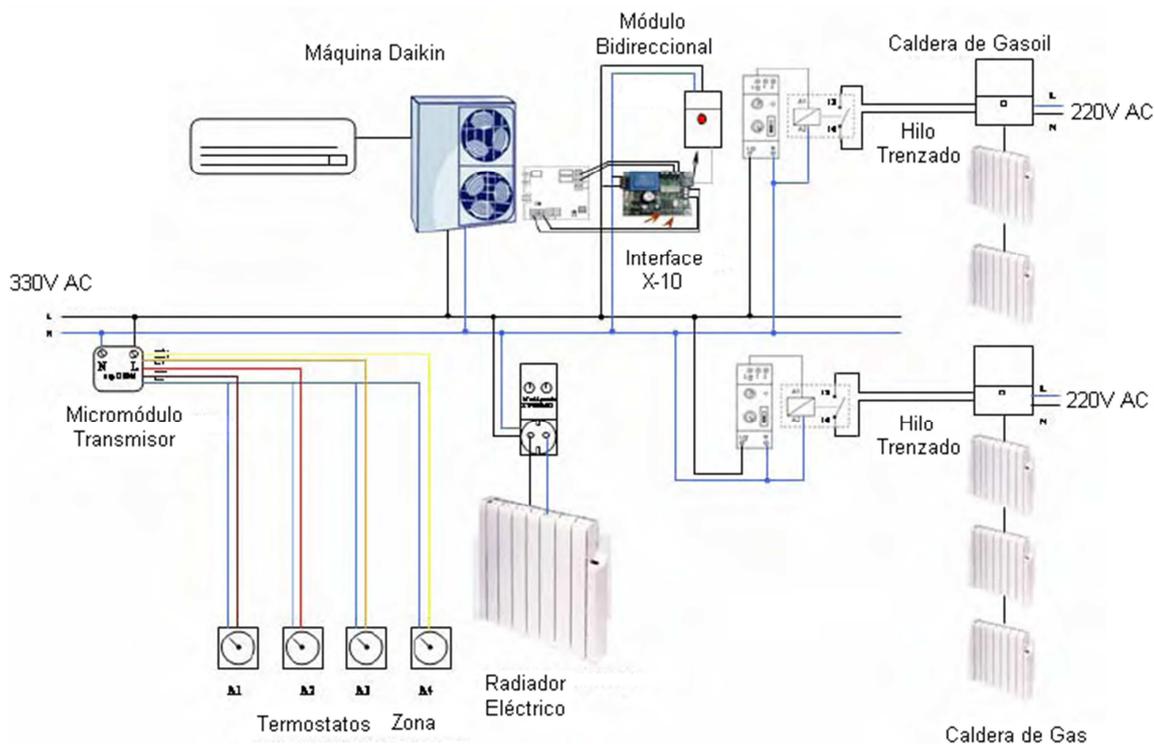
En el ejercicio puede añadirse programadores horarios o telefónicos compatibles X-10 conectados a la red eléctrica.

*Relación de material a emplear:*

- 1 XTP139904 Micromódulo aparato transmisor de 4 zonas.
- 1 XTP130402 Módulo de aparato.

- 1 XTP130405 Módulo de aparato DIN.
- 1 XTP130407 Micromódulo de aparato bidireccional.
- 1 XTP139903 Módulo bidireccional.
- 1 XTP040503 Maxicontrolador LCD.
- 1 Interfaz Daikin

Figura 42. Esquema eléctrico control de calefacción



### ***Instalación y montaje de control de persianas***

Diseñar el control de dos persianas en una vivienda, manteniendo la misma serie de pulsadores del resto de la instalación. Gestionar remotamente a través de internet la activación de las persianas y gestionar un sistema de video-vigilancia doméstica.

Figura 43. Diagrama para el control de persianas y video-vigilancia



El control de persianas se realiza desde un pulsador convencional que acciona un micromódulo de aparato transmisor XTP139904 y de forma remota por internet a través de una Cryptocam CTT110501 que además sirve para realizar funciones de video vigilancia a la vivienda.

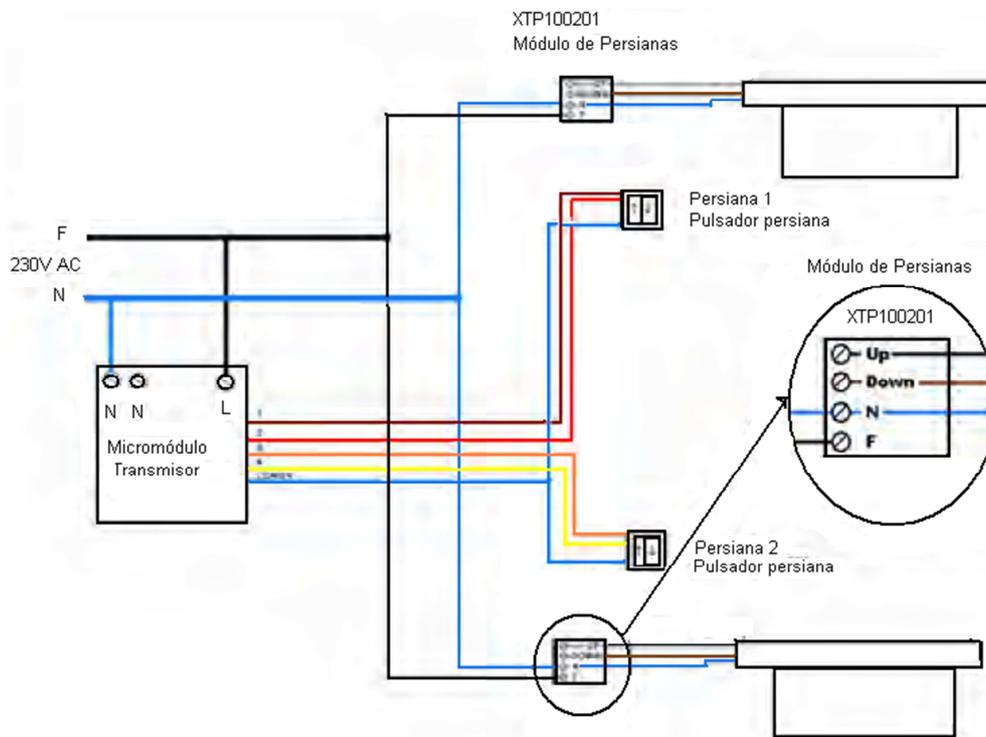
Las persianas deben de ser manejadas en modo local de forma que el usuario pueda subirla o bajarla manualmente, incluso que pueda posicionarla en zonas intermedias.

En el ejercicio se podría añadir programadores horarios compatibles X-10 conectados a la red eléctrica.

*Relación de material a emplear:*

- 1 XTP139904 Micromódulo aparato transmisor de 4 zonas.
- 2 XTP100201 Módulo de persianas empotrable
- 1 CTT110501 Cryptocam
- 1 Software de tele gestión Cryptotelecom
- 1 XTP139903 Módulo bidireccional

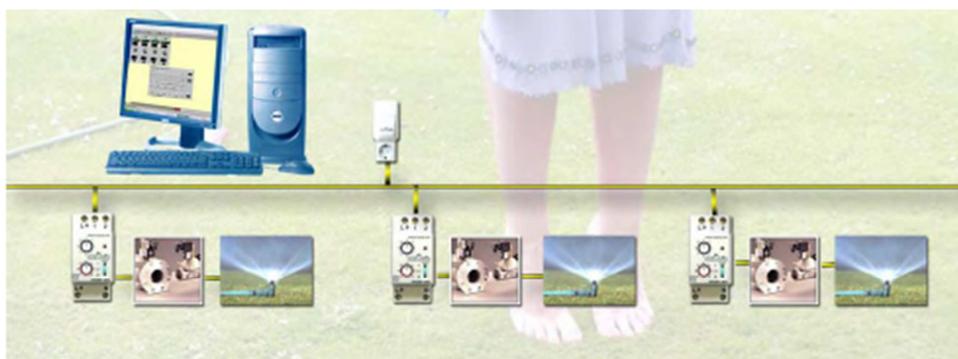
Figura 44. Esquema eléctrico unifilar - control de persianas



**Instalación y montaje de control de riego**

Diseñar el control de 3 zonas de riego, usando varios tipos de válvula alimentadas a 220V, 24V y 12V. El control se realiza por programación horaria realizado por la interfaz para PC XTP040201.

Figura 45. Diagrama control de riego



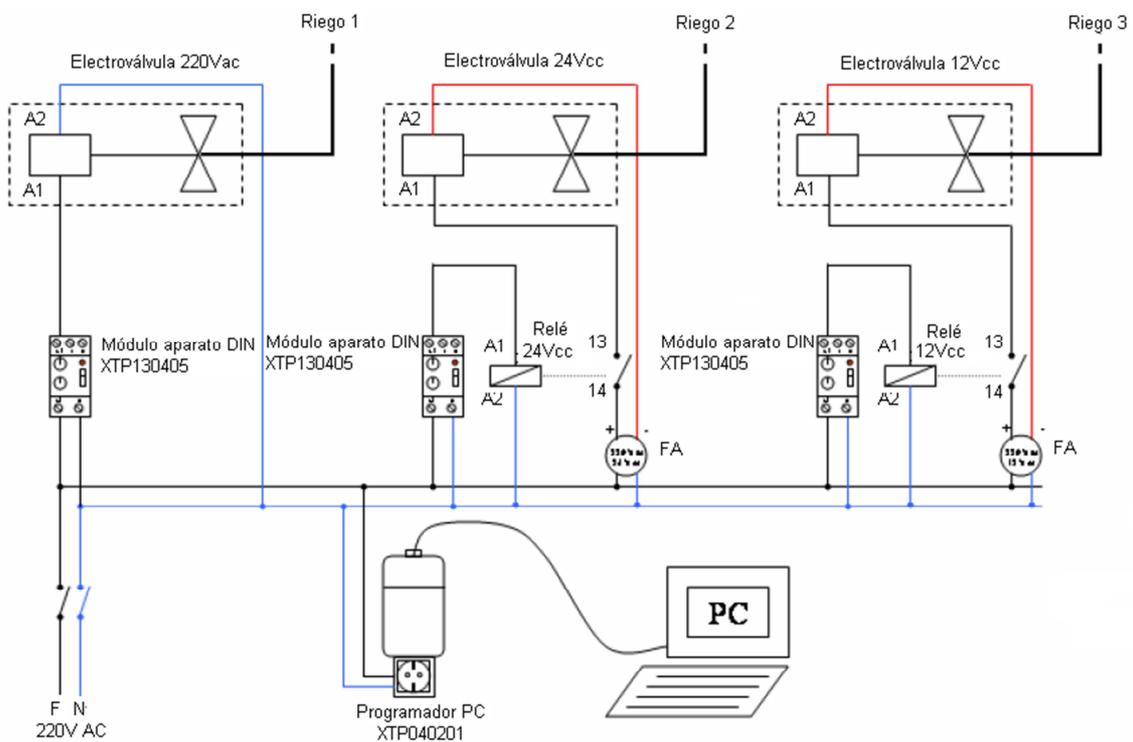
Activación de las diferentes zonas de riego por programación horaria. Cada zona con una separación de 1 minuto entre zona y zona. Días alternos en primavera y otoño hasta octubre, días continuos en verano. De octubre a marzo no hay riego.

En el ejercicio se pueden añadir programadores horarios compatibles X-10 conectados a la red eléctrica.

*Relación de material a emplear:*

- 3 XTP130405 ;Módulo de aparato DIN
- 1 XTP040201 programador PC + Software Active Home en Español
- 1 Relé 12Vcc
- 1 Relé 24Vcc

Figura 46. Esquema unifilar control de riego



## **5. SISTEMAS AUTOMATIZADOS EN VIVIENDAS**

Actualmente existe una variedad de aplicaciones apropiadas para ser automatizadas en las viviendas, como se mencionó en el capítulo anterior, algunos de estos pueden ser la calefacción, el aire acondicionado, ventilación, iluminación, control de energía, seguridad, etc. Estas aplicaciones pueden agruparse en cuatro grandes sistemas:

- Confort
- Seguridad
- Ahorro Energético
- Comunicaciones

Pueden existir más aplicaciones y no necesariamente encajar en tan sólo una de las mencionadas, por ejemplo, el control de la iluminación puede estar incluido en los sistemas de confort y de ahorro energético.

### **5.1 CONFORT**

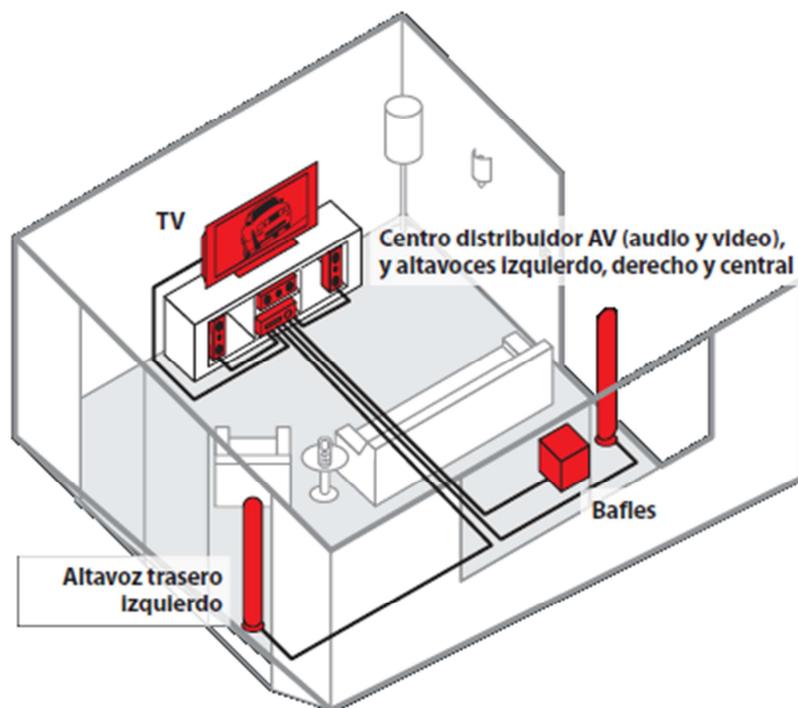
El confort permite al usuario obtener un nivel mayor de comodidad dentro de las actividades desarrolladas en la vivienda. Aquí la seguridad y el rendimiento energético no tienen relevancia; ya que el objetivo principal es lograr la interacción del usuario con el medio que lo rodea, por lo que el control de variables físicas, que afectan y/o modifican el ambiente, son las causales en el rendimiento de las personas: temperatura, ergonomía, calidad de luz, acceso a dispositivos, etc.

Dentro del sistema de confort es probable resaltar las siguientes aplicaciones:

- Mando a distancia
- Control de persianas/toldos
- Control de la iluminación
- Control en sistemas de riego

Por ejemplo cuando se está viendo una película en DVD puede atenuarse las luces, correr las cortinas, encender la TV en la función del DVD, seleccionar sonido envolvente y oprimir PLAY, todo con tocar un sólo botón en el mando a distancia.

Figura 47. Centro distribuidor Audio/Video.<sup>22</sup>



<sup>22</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

## 5.2 SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

De este tipo de sistemas depende la integridad física de los usuarios, además de sus pertenencias y bienes. Dentro de este sistemas se pueden mencionar las siguientes aplicaciones:

- Alarmas técnicas
- Alertas médicas
- Detección de movimiento
- Detección de fuego
- Simulación de presencia
- Detección de humo y/o gases

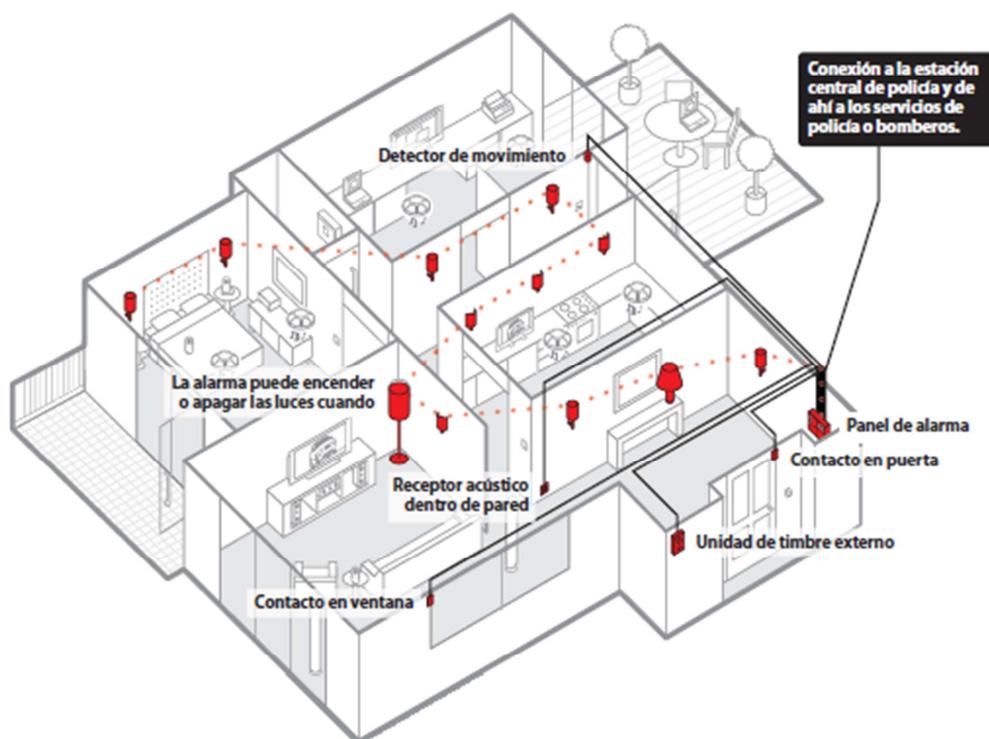
Existe una creciente necesidad de sistemas de detección de fuego e intrusos, ya sea para cumplir los requisitos de las empresas de seguros como para permitir que las personas se sientan seguras en sus hogares. También hay requisitos de tipo normativo en el campo de la construcción para la instalación de equipos básicos de detección de humo y fuego en proyectos de nueva obra y remodelación.

La central que realiza el monitoreo puede recibir situaciones de alarma a través de un aparato especial de marcación de tono, emitidas desde una vivienda (conocido como comunicador digital), además recibe una serie de información sobre el sistema, y puede decir, por ejemplo, si la alarma de la propiedad indica un caso de incendio o presencia de intruso. La estación de monitorización guardará los datos del propietario de la vivienda y actuará bajo un sistema predeterminado, según la caracterización de los diferentes eventos.

Por ejemplo, un contacto en la puerta podría transmitir una señal después de una entrada forzada y un detector de movimiento podría posteriormente entrar en

actividad en ese espacio de tiempo. Las últimas normas exigen que el servicio de monitorización verifique esto a través de la comunicación electrónica de vuelta al hogar, y algunos detectores incluso están disponibles con cámaras y micrófonos para que la empresa de monitorización pueda ver u oír el allanamiento.

Figura 48. Sistema de distribución de seguridad contra intrusos.<sup>23</sup>



Actualmente hay disponibilidad de toda una gama de sistemas inalámbricos fiables de alarma, ideales para su instalación a posteriori: contactos en puertas, sensores de vibración y movimiento, detectores de rotura de cristales y otros, así como de su ubicación, son algunos de los dispositivos existentes en estos sistemas de seguridad y protección.

<sup>23</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

Los sistemas de mejor calidad (con cable o inalámbricos) incluyen una protección integral del perímetro con detectores en ventanas y puertas en los diferentes niveles o sitios de la vivienda, permitiendo que el sistema se configure usando estos aparatos sólo para que los residentes se puedan mover libremente por la vivienda. En muchos casos las medidas básicas de seguridad física, como la instalación de persianas, puertas o rejas son la mejor forma de resolver algunos problemas y se debe considerar la integración de equipos CCTV, incluso si se trata de una cámara de entrada de video. Muchos sistemas de CCTV permiten grabar digitalmente las imágenes y que se puedan controlar a través de Internet.

### **5.3 AHORRO ENERGÉTICO**

El principio de este tipo de sistemas es la de ejercer el control y optimizar los servicios ofrecidos por los diferentes aparatos eléctricos y electrónicos que utilizan la energía eléctrica de la vivienda.

Dentro del ahorro energético podemos encontrar algunas aplicaciones tales como:

- Calefacción
- Climatización
- Racionalización de cargas
- Gestión de las tarifas
- Iluminación

El empleo de estos sistemas permite reducir gastos económicos en los usuarios, minimizar el impacto negativo sobre el ambiente ahorrando en el consumo de energía, y favoreciendo la sobrecarga a la cual están sometidas, en algunas situaciones, las compañías de suministro de energía eléctrica.

La combinación de diferentes subsistemas como iluminación, calefacción, ventilación y aire acondicionado, pueden simplificar las cosas y darles más utilidad. Por ejemplo, los usuarios de un hogar domótico pueden apagar todas las luces y desactivar el aire acondicionado de una forma automática luego de conectar la alarma contra intrusiones, poniendo las luces en modo seguridad tal que reproduzca su uso de forma tal que logre una simulación presencial.

Figura 49. Sistema integrado de luces.<sup>24</sup>



Los diseños de iluminación representan un papel destacado en la vista y demuestran un buen aspecto arquitectónico de la vivienda. Mediante el uso de sencillos equipos de control de iluminación el usuario puede crear senderos de luz a través de la casa o controlar toda una zona desde un sólo lugar.

El dominio de un sistema de iluminación puede ser autónomo o centralizado, es decir que se puede controlar de forma independiente o desde una central a través de una programación horaria respectivamente. Por ejemplo controlar la

---

<sup>24</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

iluminación exterior desde cualquier lugar o crear una cierta “atmósfera” cuando ingresa a una habitación o en determinada hora del día.

Figura 50. Puntos de distribución en una casa común.<sup>25</sup>

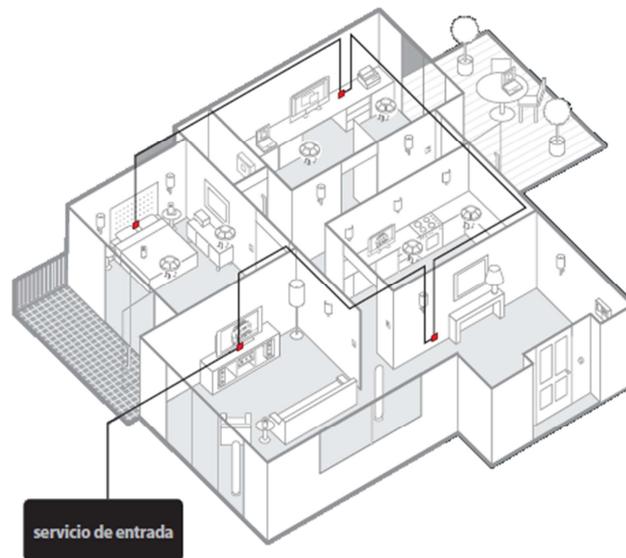
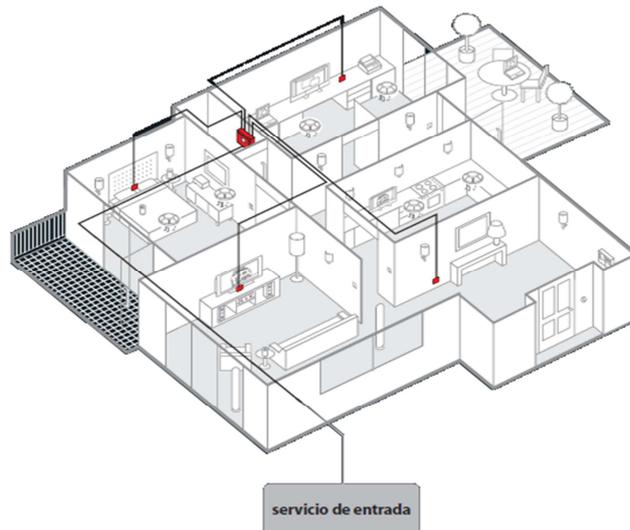


Figura 51. Puntos de distribución centralizados.<sup>26</sup>



<sup>25</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

<sup>26</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

El mismo concepto puede aplicarse a controles medioambientales como la calefacción y refrigeración. Es posible usar pantallas táctiles programables con las preferencias del usuario para calentar sólo una zona, y no la casa entera, o para alcanzar una cierta temperatura antes de llegar a casa. También desde la web, gracias al diseño de sencillas interfaces que cubren las necesidades del usuario en particular y permiten realizar gran variedad de acciones de forma automática y sencilla.

## **5.4 COMUNICACIONES**

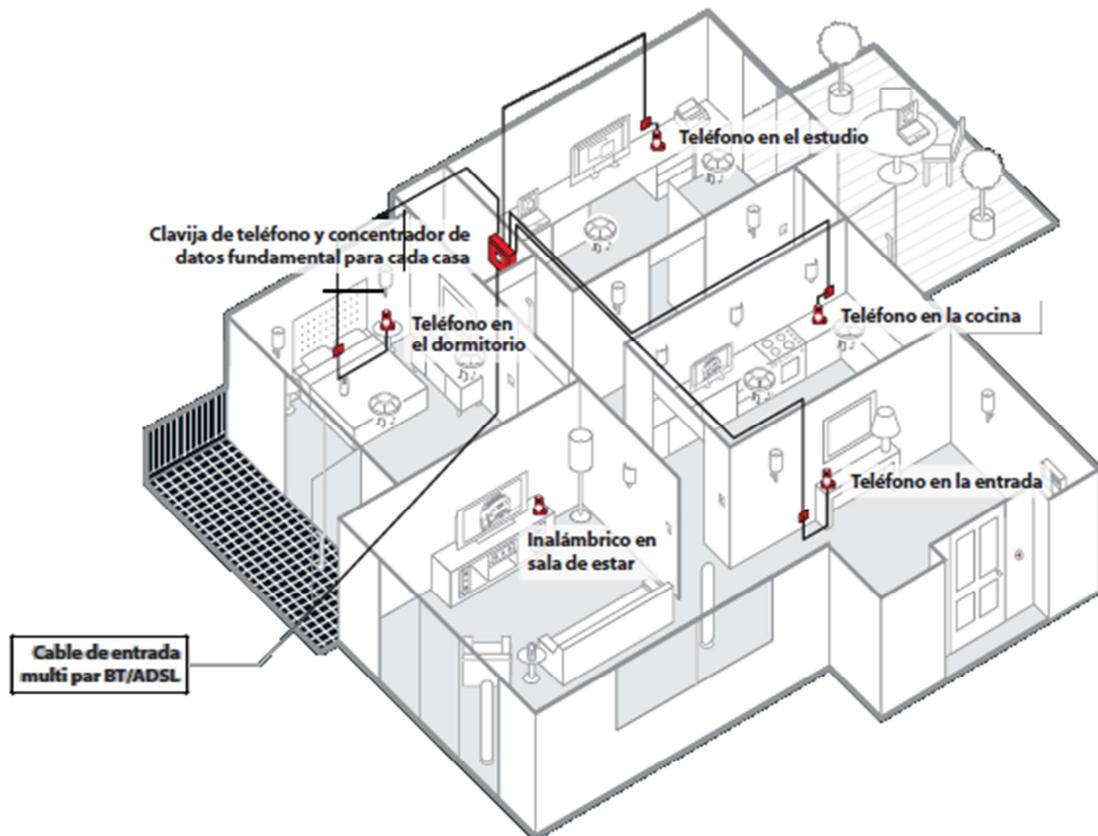
El desarrollo de diferentes tecnologías de las comunicaciones ha logrado abrir nuevas posibilidades sobre el sector domótico. La integración de las mismas permite hoy día la transmisión de datos, información, voz, imagen, señales de control, etc.

Algunas de las aplicaciones permisibles a través de este sistema pueden ser:

- Transmisión de alarmas
- Comunicación con otros sistemas
- Telemando telefónico

Los sistemas actuales informáticos y de telefonía permiten a las personas realizar actividades fuera de casa como si estuviesen dentro de ella. Se pueden desviar o recibir llamadas, gestionar información y datos sobre la ubicación y/o posición geográfica del usuario, incluso emplear la red de la empresa y trabajar como si estuviera en la oficina: recibir email, imprimir, buscar en el servidor y tener acceso a diferentes recursos.

Figura 52. Red Telefónica Centralizada.<sup>27</sup>

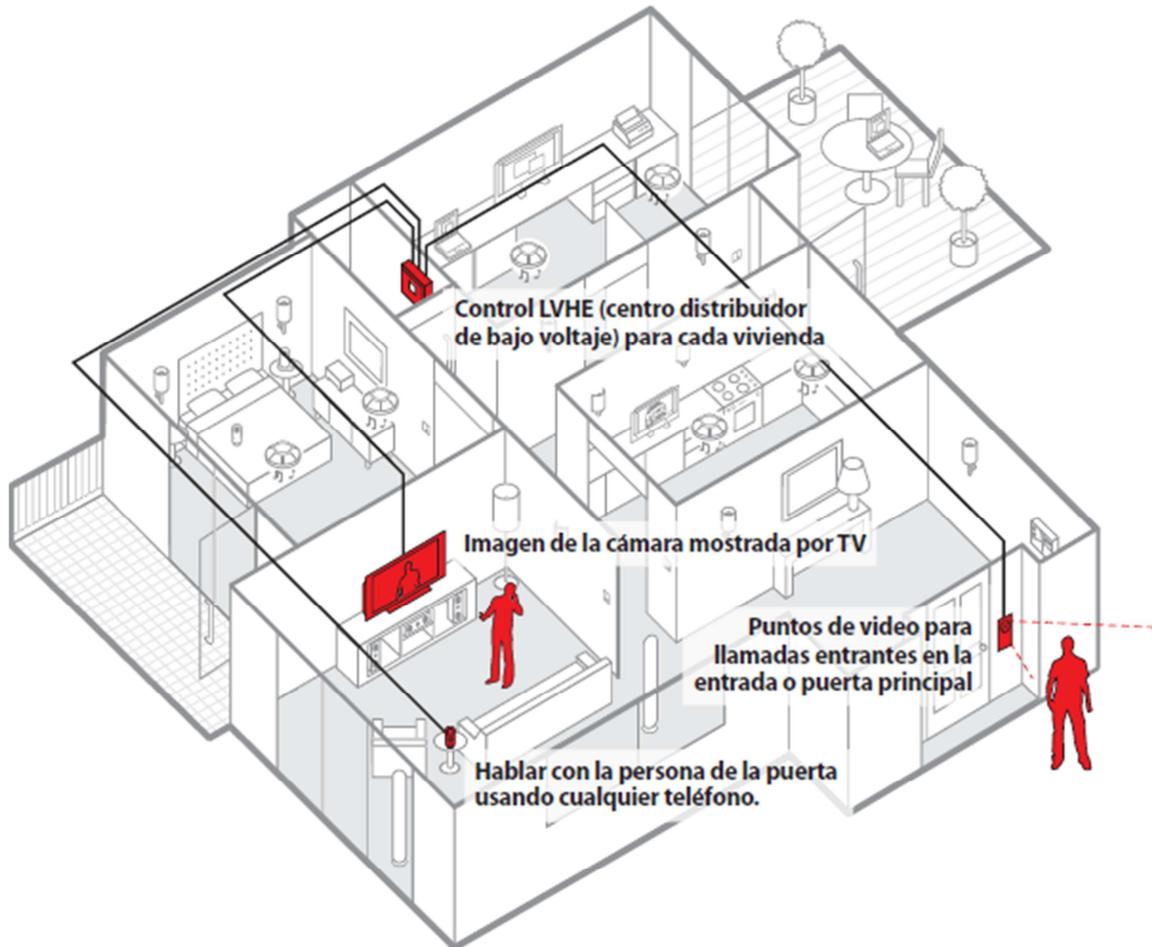


Un sencillo sistema telefónico en casa puede permitir al usuario acceder a las diferentes líneas (por ejemplo: trabajo, casa e hijos) con servicios independientes pero accesibles desde cualquier lugar. Se puede enlazar con el portero automático a través de los teléfonos inalámbricos, permitir llamadas en conferencia, localizar personas y usar el contestador automático igual que un sistema de pequeña oficina.

Por otra parte, la amplia disponibilidad de servicios de banda ancha (entendida como conexión rápida e ininterrumpida) de Internet permite flexibilidad a los usuarios residenciales.

<sup>27</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

Figura 53. Hogar Integral<sup>28</sup>



Ahora hay disponible una serie de tecnologías inalámbricas y el WiFi o 802.11 una norma para redes inalámbricas de computadores o dispositivos de comunicación móvil que es muy usado actualmente. Esto permite a los usuarios que tengan acceso a Internet y a todos los otros aparatos de la red, desde casa y sin las restricciones de estar conectado por cable.

La norma 802.11 ha sido diseñada de forma que pueda ser mejorada con el tiempo, y aunque las velocidades actuales son equivalentes a la mayoría de redes de oficina, esta permite la recepción de video de buena calidad así como de tráfico

<sup>28</sup> Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.

de datos. Esto ha llevado a varios fabricantes a crear servidores domésticos que envían señales de televisión, DVD y datos a dispositivos inalámbricos de última generación por toda la casa.

Aunque existen limitaciones en este tipo de tecnologías, sobre todo aquellas edificaciones residenciales fabricadas con acero o construcciones de mampostería antiguas, asuntos como la interferencia, la seguridad, facilidad de comunicación y por último la velocidad, siguen favoreciendo una infraestructura de cable correctamente diseñada en lugar de los sistemas inalámbricos.

## 6. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS EN LA DOMÓTICA

### COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

El alto costo y los inconvenientes que implica la instalación de nuevo cableada han impulsado considerablemente la adopción de tecnologías inalámbricas con cobertura para Redes de Área Local (WLAN, *Wireless Local Area Networks*) y Personal (WPAN, *Wireless Personal Area Networks*) como medio para el despliegue de las aplicaciones de algunas de las tecnologías en este entorno. En la tabla que se muestra a continuación se realiza una comparación de algunas de las tecnologías inalámbricas más comunes en el entorno doméstico, de acuerdo con sus características de funcionamiento.

Tabla 5. Comparación entre algunas de las tecnologías más comunes para WLANs y WPANs

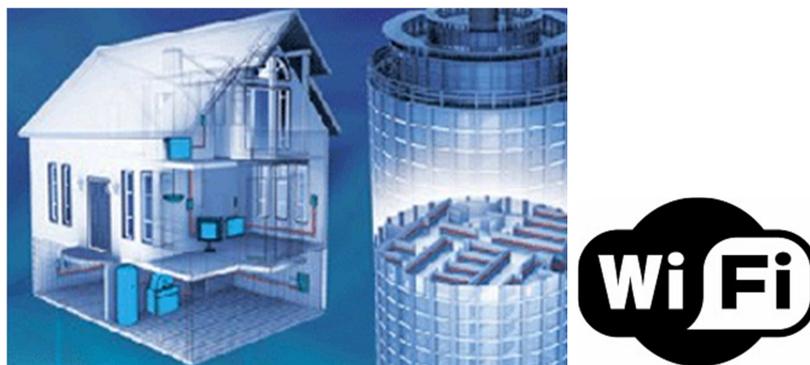
Tecnologías para WLAN y WPAN	WiFi	Bluetooth	ZigBee	UWB
Estándar	IEEE 802.11 a/b/g	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.3
Distancia (valores típicos en interiores)	≈30 – 45 m	<10 m	≈50 m	≈10 m – 30 m
Consumo de Potencia	≈30 – 50 mW	≈10 mW	≈0,03 mW	≈30 mW
Máxima Velocidad de Transmisión	54 Mbps	3 Mbps	250 kbps	11-55 Mbps
Aplicaciones	Transmisión de Datos	Sustitución de cables	Bajo consumo, transmisión de datos a bajas velocidades (redes de sensores)	Transmisión de datos y contenidos multimedia a altas velocidades

### ***Wireless Fidelity (WiFi)***

Entre las tecnologías más extendidas entre las mencionadas anteriormente se encuentran *Wireless Fidelity* (WiFi), como una tecnología ampliamente probada y Bluetooth, por su bajo costo y su idoneidad para aplicaciones de sustitución de cables a cortas distancias. Sin embargo, Bluetooth ha demostrado ser considerablemente sensible a interferencias externas. Por otra parte, a pesar de que WiFi (IEEE 802.11g) tiene una velocidad máxima teórica de 54Mbps, sus deficiencias para proporcionar calidad de servicio no la hacen idónea para transmisión de aplicaciones con contenido multimedia en tiempo real.

El IEEE 802.11<sup>a</sup> opera en la banda de los 5GHz (entre 5.725 y 5.850 GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos hasta 54Mbps. IEEE 802.11b opera en la banda de los 2.4GHz (2.4 a 2.4835 GHz) y puede soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 11Mbps en un rango alrededor de 300m en una configuración WLAN con un punto de acceso (hotspot) con un diagrama de radiación de 360°. Cuando se despliega en una configuración punto a punto, IEEE 802.11b puede ser usado para enlaces de transmisión de hasta 20km. La potencia del transmisor necesita, no obstante, ser incrementada y tiene que ser usado en conjunción con antenas de alta ganancia. Estas frecuencias son de uso libre en muchos países.

Figura 54. WiFi en viviendas y edificaciones



### ***Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMax)***

*Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas* es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (IEEE 802.16 - 2004), aunque esto no significa que los equipos certificados 802.16 tengan que ser precisamente WiMax. Diseñado para ser utilizado en el área metropolitana (MAN), proporcionando

accesos concurrentes en áreas de hasta 48km y a velocidades de hasta 70Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS<sup>29</sup>, que no requieren visión directa con las estaciones base.

En términos prácticos, WiMax funciona similar a WiFi pero a velocidades más altas, mayores distancias y para un mayor número de usuarios. Solventa la carencia de acceso de banda ancha a las áreas suburbanas y rurales que las compañías de teléfono y cable todavía no ofrecen.

Generalmente se constituye en dos partes, por un lado están las torres WiMax, que dan cobertura de hasta 8.000 Km<sup>2</sup> según el tipo de señal transmitida. Por otra están los receptores, es decir, las tarjetas que conectamos a nuestros computadores, portátiles, PDA demás para tener acceso.

También presenta dos formas de ofrecer la señal:

- Cuando hay objetos que se interpongan entre la antena y el receptor, en este caso se opera con bajas frecuencias (entre los 2 y los 11 GHz) para así no sufrir interferencias por la presencia de objetos; naturalmente esto hace que el ancho de banda disponible sea menor. Las antenas que ofrecen este servicio tienen cobertura de alrededor 65km<sup>2</sup> (más o menos como las de los teléfonos móviles).
- Por otra parte, cuando no hay nada que se interponga y hay contacto visual directo. En este caso se opera a muy altas frecuencias, del orden de 66GHz, disponiendo de un gran ancho de banda; además las antenas que ofrecen este servicio tienen una cobertura de hasta 9.300km<sup>2</sup>.

### ***Ultra-Wideband (UWB)***

La tecnología *Ultra-Wideband* (UWB), sin embargo, a pesar de no encontrarse aún disponible comercialmente y con la falta de estándares globales más allá del básico IEEE 802.15.3, promete ser la tecnología inalámbrica por excelencia para la transmisión de datos y contenido multimedia a altas velocidades, en el orden de varios cientos de Mbps, con garantías de calidad de servicio. Además, teniendo en cuenta las peculiaridades de la señal en algunas implementaciones, una

---

<sup>29</sup> El **Sistema de Distribución Local Multipunto** o **LMDS** (del inglés *Local Multipoint Distribution Service*) es una tecnología de conexión vía radio inalámbrica que permite, gracias a su ancho de banda, el despliegue de servicios fijos de voz, acceso a Internet, comunicaciones de datos en redes privadas, y video bajo demanda.

aplicación de interés en el hogar puede ser la localización en interiores, aplicable a cuestiones de tele-asistencia y seguridad (Por ejemplo, detectando en qué estancia se encuentra una persona o si tal vez ha caído al suelo).

### ***Zigbee***

Por otra parte, *Zigbee* se muestra como alternativa para redes de sensores y en general, para transmisión de datos a bajas velocidades, distinguiéndose fundamentalmente por el bajo consumo de potencia que alarga la vida útil de las baterías.

Aunque estas tecnologías operan en la misma banda de frecuencias, cada una de ellas ha sido diseñada teniendo en cuenta exclusivamente los requerimientos de las aplicaciones a las que está destinada, por lo que constituye un reto para el despliegue de las aplicaciones y servicios previstos para el Hogar Digital, el diseño e implementación de mecanismos de coexistencia y cooperación para evitar interferencias y favorecer el rendimiento global de la red doméstica.

En la actualidad, se están desarrollando investigaciones para potenciar la coexistencia y cooperación de las tecnologías inalámbricas que convergen en el hogar, basadas en el intercambio de información entre determinadas capas del protocolo OSI (*Cross-Layer*) de los diversos estándares involucrados. De manera general, estas propuestas prevén evitar interferencias, aumentar el rendimiento global, garantizar una utilización eficiente de los recursos y extender las capacidades de la red doméstica a través de nuevas aplicaciones y servicios.

## **CONTROL POR TELÉFONO, INTERNET O VOZ**

### ***Tecnología HomeRF***

HomeRF, como su propio nombre indica, fue desarrollada desde sus orígenes para hacer realidad el sueño de muchos usuarios de poder crear pequeñas redes inalámbricas dentro de la vivienda. HomeRF constituye una tecnología inalámbrica que gira en torno a la especificación SWAP (Shared Wireless Acces Protocol), orientada al transporte de voz y datos y capaz de interoperar con la red telefónica conmutada y con Internet. Aparece en este escenario como una extensión de la

tecnología DECT (Digital Enhanced Cordless Telephone) y de técnicas empleadas en las redes locales inalámbricas.

Los principales valedores de esta tecnología se agrupan en torno al Consorcio que lleva su mismo nombre, el HomeRF Working Group (HRFWG), que se encarga de proporcionar y establecer un cierto orden en este maremagno tecnológico, obligando a que los productos fabricados bajo este estándar tengan plena compatibilidad. Proxim, una filial de Intel, es el miembro que más empeño está poniendo en el desarrollo e implantación de este estándar. Otras empresas de renombre que integran este consorcio son Compaq, Intel, Motorola, National Semiconductor y Siemens.

Las aplicaciones de la tecnología HomeRF abarcan todas las posibilidades que puede ofrecer cualquier red de datos cableada, adoptando protocolos como TCP/IP, UDP, etc. Gracias a la implementación de la voz, así como especificaciones para video y audio se dispone de una gran velocidad para este tipo de eventos. Puede decirse que esta tecnología se comporta como una red LAN Ethernet más una red DECT<sup>30</sup> con soporte para voz.

Aunque originalmente el sistema HomeRF, fue diseñado para servir como base a redes de comunicación para sistemas de automatización de viviendas, también se puede usar para aplicaciones de teletrabajo, representando una de las mejores opciones para este tipo de servicio. Esto es así porque los requisitos de red que las empresas de teletrabajo necesitan son soportados completamente por el sistema HomeRF.

La tecnología HomeRF en su especificación 1.0, no tenía una velocidad de transferencia de datos demasiado elevada, pero esta ha sido mejorada en la especificación 2.0 hasta alcanzar una velocidad de 10 Mbps en la transmisión de los datos, esta especificación está disponible desde principios del 2.001, y cubre las necesidades de velocidad de transmisión de datos de la mayoría de las aplicaciones que funcionan en un entorno residencial. Si en nuestra vivienda existen presencia de interferencias causadas por otro tipo de tecnología que utilicen ondas de radiofrecuencia como es el caso de hornos microondas, teléfonos inalámbricos, dispositivos Bluetooth, etc., el ratio de transmisión de datos

---

<sup>30</sup> **DECT** (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*, Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente), es un estándar ETSI para teléfonos inalámbricos digitales, comúnmente utilizado para propósitos domésticos o corporativos. El DECT también puede ser utilizado para transferencias inalámbricas de datos.

baja hasta los 5 Mbps, ya que es necesario decodificar los datos y comprobar si estos son emitidos por un dispositivo HomeRF, o cualquier otro dispositivo basado en radiofrecuencia, situación en la cual debe desecharse la información que le llega; esta pérdida de tiempo es la que hace que la velocidad de transmisión descienda. Se espera llegar a velocidades de transmisión cercanas a los 20 Mbps en los próximos años.

Como la tecnología HomeRF fue diseñada originalmente para usuarios de viviendas, los productos que cumplen la especificación HomeRF, tienen que estar diseñados para que su utilización por parte de los usuarios sea generalmente muy simple (no tengan que estudiar y comprender tediosos manuales de instrucciones), sean fiables y con grandes prestaciones.

La tecnología HomeRF también proporciona roaming a un costo bajo para acceder a redes en lugares públicos, como en cafeterías, bibliotecas, etc. Dado que esta tecnología está basada en radiofrecuencia, ofrece una escalabilidad superior para grandes instalaciones, con soporte para 15 redes superpuestas unas con las otras, cifra muy grande en comparación a las 3 que puede manejar Wi-Fi.

### ***La Especificación SWAP***

La especificación SWAP define una nueva interfaz inalámbrica que está diseñada para poder soportar tanto el tráfico de voz como los servicios de datos en redes LAN, dentro de entornos domésticos, e interoperar con las redes públicas de telefonía e Internet. Esta tecnología ha sido definida para asegurar la interoperatividad de una numerosa cantidad de productos habituales en el hogar, con capacidades de comunicación inalámbrica, que se puedan conectar a este tipo de redes e integrarlos posteriormente con el resto de la red, así conseguiremos que elementos como teléfonos, electrodomésticos, sensores o actuadores puedan comunicarse entre sí.

El protocolo SWAP opera en la banda ICM de los 2'4 GHz, y se ha desarrollado como una combinación de la telefonía inalámbrica actual (Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT) y técnicas empleadas en las redes LAN inalámbricas, que juntas posibilitan una nueva clase de servicios domésticos inalámbricos. Por lo que respecta a la arquitectura de protocolos se asemeja bastante a las especificaciones que para las redes inalámbricas tiene el protocolo IEEE 802.11 en su capa física, pero, además, se amplía la capa MAC (Medium

Access Control) con la adición de un subconjunto de especificaciones DECT para proporcionar los servicios de voz. Como resultado, la capa MAC puede soportar indistintamente servicios orientados a datos, tales como TCP/IP, y protocolos de voz como DECT/GAP.

La especificación SWAP proporcionará las bases para un extenso campo de nuevas aplicaciones en redes domésticas. Principalmente, la implantación de una red inalámbrica dentro de cada hogar hará posible que los distintos usuarios puedan compartir voz y datos entre computadores, periféricos, teléfonos inalámbricos, y los nuevos dispositivos portátiles como PDAs. Igualmente, el acceso centralizado del que se dispone actualmente pasará a ser sin hilos y desde cualquier parte de la casa o sus alrededores se podrán hacer uso de cualquiera de los dispositivos que soporten esta capacidad. Incluso, una gestión automática de desvío de las llamadas entrantes hacia los diferentes dispositivos como teléfonos inalámbricos, faxes, o contestadores automáticos según las necesidades de cada miembro de la unidad familiar podrá ser implementada.

El protocolo SWAP puede operar como una **red ad-hoc**<sup>31</sup> o como redes administradas bajo el control de un punto de conexión. En una red ad-hoc, que sólo soporta comunicación de datos, todas las estaciones existentes son iguales a los efectos del sistema, y el control de la red se encuentra distribuido entre las diferentes estaciones.

Por otra parte, para comunicaciones en las que el tiempo es un factor crítico para un funcionamiento óptimo, como es el caso de las comunicaciones interactivas por voz, requieren un punto de conexión que coordine el sistema. Este punto de conexión puede estar conectado al computador mediante una interfaz estándar, por ejemplo el puerto USB, que es capaz de utilizar a la misma vez servicios de voz y datos. El sistema SWAP puede utilizar el punto de conexión para administrar la energía que consume cada dispositivo conectado al sistema y prolongar así la duración de la batería de la que disponen los distintos elementos que se van a conectar al sistema, con políticas de planificación de dispositivos, haciendo que estos se sitúen en estado de espera y consumiendo una mínima energía, despertándolos el sistema cuando necesite de su funcionamiento.

---

<sup>31</sup> Una **red ad hoc** es una red inalámbrica descentralizada. La red es ad-hoc porque cada nodo está preparado para reenviar datos a los demás y la decisión sobre qué nodos reenvían los datos se toma de forma dinámica en función de la conectividad de la red.

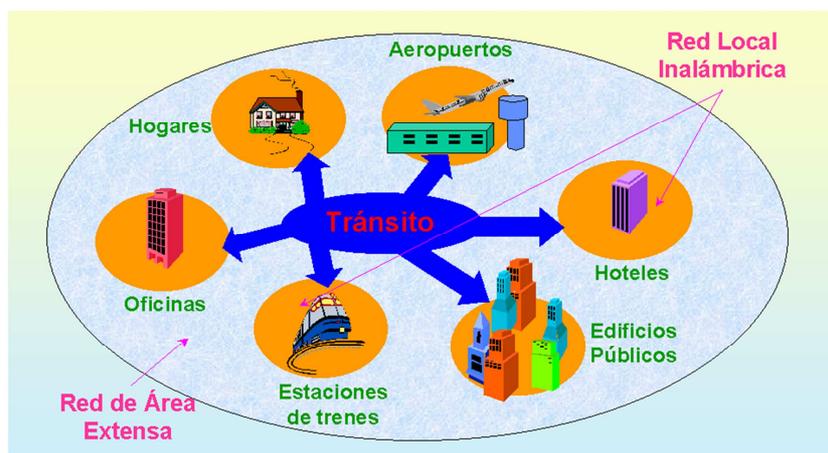
## El modelo Europeo HiperLAN2

La tecnología conocida como HiperLAN/2 (High performance radio Local Area Network, tipo 2), ha sido desarrollada por el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo, más conocido por sus siglas ETSI<sup>32</sup>, y pretende ser el competidor europeo de HomeRF.

La tecnología HiperLAN, se empezó a gestar entre los años 1991 y 1996, y perseguía ofrecer un ratio de transferencia de datos mayor que el ofrecido por la norma IEEE 802.11. La red HiperLAN tipo 1, ofrecía una velocidad de transmisión de 23'5 Mbps, velocidad muy superior a la indicada por la especificación IEEE 802.11. Unos años después fue creada la especificación HiperLAN2 que mejoraba notablemente las prestaciones de la primera versión, llegando a velocidades de hasta 54 Mbps. La razón que llevó al ETSI a establecer una nueva especificación fue la de poder garantizar calidad de servicio en el enlace inalámbrico, hecho que no se podía controlar con la especificación tipo 1.

Este estándar viene a ser el complemento ideal a los actuales sistemas de acceso inalámbrico, proporcionando elevados ratios de información (en términos de velocidad y capacidad) a los usuarios finales, principalmente en lugares públicos. En contraste con otros sistemas celulares, la movilidad en el exterior de HiperLAN2 está limitada a unos cientos de metros (150 m). Es ideal para espacios en los que hay una gran cantidad de señales diferentes circulando por el aire, algunos de los cuales los podemos contemplar en la siguiente ilustración.

Figura 55. Entornos de aplicación para HiperLAN2



<sup>32</sup> European Telecommunications Standards Institute (ETSI) o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones. Es un organismo de reconocido prestigio en el mundo de las telecomunicaciones inalámbricas, es el responsable, por ejemplo, del desarrollo de la tecnología que hoy se consolida en el mundo de la tecnología, el estándar GSM.

### **Aplicación de HiperLAN2 en viviendas**

HiperLAN2 tiene lugar en los entornos domésticos, haciendo de soporte para la infraestructura inalámbrica para conexión de equipos utilizados en este tipo de entornos (computadores personales, equipos de audio y video, cámaras digitales, impresoras, equipos de climatización, etc.). La gran velocidad de transmisión y la calidad de servicio QoS que ofrece HiperLAN2 constituyen un medio ideal para la transmisión de señales de video, lo cual nos permite por ejemplo ver cualquier película que tengamos en nuestro computador o DVD en cualquier punto de nuestra casa donde se sitúe un terminal de visualización. También estas características son ideales para la transmisión de voz, de modo que podremos comunicarnos con cualquier otra persona de nuestra casa mediante la red, o bien atender la llamada de teléfono desde cualquier punto, o dar las órdenes pertinentes a nuestro sistema domótico sin tener que acudir al panel táctil o al computador para realizar estas funciones.

Otro uso de esta tecnología en el entorno doméstico es la de complemento a la red cableada existente en la vivienda para localizaciones donde no sea posible la llegada del cable, o bien para ampliaciones de la instalación domótica sin tener que añadir más cable ni de realizar ningún tipo de obra en la vivienda, sólo necesitaremos instalar los puntos de acceso necesarios y cualquier equipo inalámbrico podrá integrarse en el funcionamiento normal de la red de automatización de nuestra vivienda. La siguiente figura muestra la integración de HiperLAN2 con los diversos equipos que se sitúan en entornos domésticos.

Figura 56. Ejemplo de aplicación de HiperLAN2 en viviendas



## 7. SISTEMAS INALÁMBRICOS DE SEGURIDAD DOMÉSTICA

Uno de los aspectos que preocupa desde siempre a todos los propietarios de una vivienda es la seguridad, y en vista de cubrir esta necesidad gastan altas sumas de dinero. La seguridad personal y de las propiedades particulares es de interés, y ante la necesidad se genera a su alrededor todo un próspero negocio que ocupa a muchas personas y empresas.

Dentro de los objetivos enmarcados por un sistema de seguridad domótico se encuentra:

- Detectar las diferentes situaciones de peligro y/o riesgo.
- Alertar mediante sistemas sonoros, lumínicos o transmitir señales a centrales de monitoreo.
- Ejecutar acciones orientadas a las personas y a las instalaciones.

Figura 57. Representación de inseguridad y vigilancia.



## 7.1 GESTIÓN DE LA SEGURIDAD

La seguridad personal como la seguridad del patrimonio se debe contemplar para la gestión de un sistema de seguridad, además de diferentes funciones que permiten la seguridad, se resume a continuación las misiones de este tipo de sistemas:

- *la prevención* (antes de que se produzca un ataque o intrusión para evitarlo) determina potenciales fuentes de peligro.
- *la alarma y el reconocimiento* (en el momento del ataque, avisando) valida la señal autenticando su procedencia.
- y *la reacción* (una vez que se ha producido el ataque para contrarrestar sus efectos) que puede ser de dos formas: manual, donde el sistema envía señales de alerta remota o a través de acceso telefónico a centrales de vigilancia, policía, hospital, cuerpo de bomberos, etc. Y la automática, en la que el sistema actúa cortando la electricidad, cerrando válvulas de gas, abriendo puertas, etc.

Los sistemas domóticos de seguridad suelen combinar varias funciones, además de las propias anti-intrusión, estas se presentan caracterizadas a continuación:

- *alarmas técnicas*: detección de humo, gases, fuego, inundaciones, etc.
- *alarmas ligadas al confort*: exceso de temperaturas, baja o alta luminosidad, interrupción de las comunicaciones.
- *alarmas médicas*: asistencia a distancia de personas enfermas, de la tercera edad o discapacitadas, monitorizando algunos parámetros físico-biológicos y permitiendo dar aviso en caso de accidentes, caídas, etc.

Para el diseño efectivo de un sistema de alarmas se debe tener en cuenta qué es lo que se desea proteger, contra qué o quién se desea proteger y con qué nivel de seguridad, igualmente evaluando lo que cuesta su implantación y mantenimiento, para mantener equilibrio entre los factores.

## 7.2 VIGILANCIA INTERNA Y EXTERNA

Al tratarse de seguridad viviendas se tienen dos zonas identificadas: el interior, donde el nivel de seguridad ha de ser mayor ya que es el área donde pasamos la mayor parte del tiempo y donde se duerme habitualmente, momentos vulnerables y de mayor acción por los intrusos; y otra, el exterior, en donde se permite un grado menor ya que al ser más difícil de controlar, por la ausencia de barreras, los medios que requiere son más sofisticados y, por tanto, costosos.

Figura 58. Central de Monitoreo y Vigilancia<sup>33</sup>



Dentro del sistema de vigilancia se pueden definir diferentes niveles, en función del espacio a proteger, que son:

---

<sup>33</sup> Fuente de internet en: <http://www.marlexsystems.org/sistema-de-vigilancia-por-video-que-razona-como-humano/7731/>

- *Perimetral*
- *Periférica*
- *Volumétrica*
- *Control de accesos*
- *Vigilancia de agresión*

### ***Vigilancia perimetral***

Comprende el área o la zona exterior de la vivienda, esta vigilancia tiene la misión de informar sobre la intrusión antes de que éste llegue a la zona de protección. Esta área debe estar adecuada y protegida por muros o vallas, al igual que un sistema de alumbrado, siendo posible el movimiento y la presencia dentro de ella. Su organización es compleja ya que contempla las falsas alarmas debidas a las condiciones meteorológicas y/o entrada de animales.

En este tipo de áreas es recomendable implementar barreras de infrarrojos y sistemas de microondas, difíciles de neutralizar. La disposición de cámaras de vigilancia y la electrificación de la verja, con señalización de advertencia al peligro que supone tocarla.

Figura 59. Vigilancia perimetral con sensores de presión diferenciales<sup>34</sup>



<sup>34</sup> Fuente de internet en: <http://www.sicuralia.com/sensor%20GPS.htm>

### ***Vigilancia periférica***

En este tipo de vigilancia, el sistema debe informar de un ataque directo sobre la vivienda, con el fin de una detección temprana antes de entrar a la zona de protección (rotura de puertas, ventanas, paredes, etc.), pero debe admitir también el movimiento tanto en el interior como en el exterior de la vivienda. Los principales sistemas de detección periférica están basados en sensores de vibración, contactos magnéticos y detector de rotura de cristales.

Figura 60. Intruso rompiendo un cristal<sup>35</sup>



### ***Vigilancia Volumétrica***

Este tipo de sistema advierte la presencia de individuos en el interior de la vivienda o en áreas específicas de la misma. La alarma se activa únicamente cuando detecta el movimiento de las personas. Los infrarrojos son los dispositivos idóneos para cubrir estas zonas, también pueden ser de tipo ultrasónico o de microondas. Son altamente fiables y cubren amplias zonas de la vivienda. Generalmente estos dispositivos se encuentran ubicados en áreas donde el

---

<sup>35</sup> Fuente de internet en: <http://www.protecssa.com/pag/seguridadelect.htm>

ángulo de visión es amplio y son orientados hacia abajo, apuntando a las zonas habituales de paso.

Figura 61. Detectores volumétricos de movimiento<sup>36</sup>



### **Control de accesos**

Ejercen control sobre la apertura de accesos a una instalación, logrando permitir la identificación de las personas que entran y salen de las zonas protegidas, por ejemplo, el paso a una zona restringida mediante la introducción de una clave de acceso. Generalmente estos sistemas se basan en lectores de tarjetas magnéticas o teclados de acceso y permiten evidenciar el horario de apertura y cierre de un área determinada, indicando incluso el personal que ingresa.

Figura 62. Control de acceso<sup>37</sup>



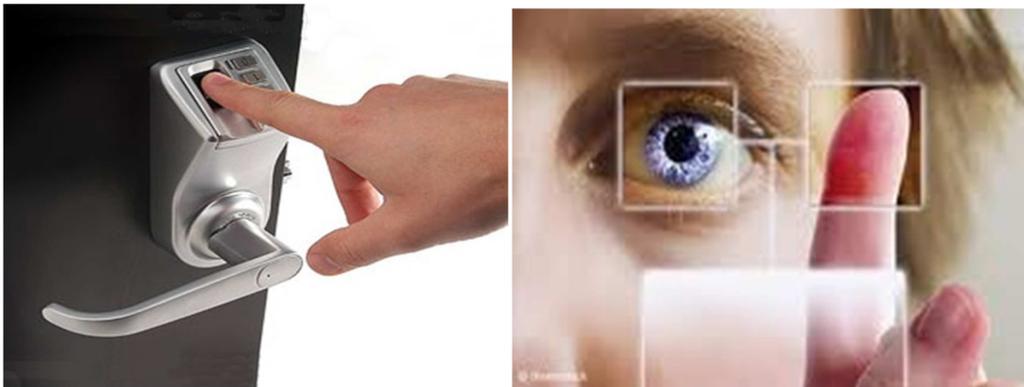
<sup>36</sup> Fuente de internet en: [http://www.jr-international.fr/detector-alarma-volumétrico-infrarrojos\\_ES34.html](http://www.jr-international.fr/detector-alarma-volumétrico-infrarrojos_ES34.html)

<sup>37</sup> Fuente de internet en: <http://www.tecnosolucionesgama.com/control.php>

En una casa individual, el control de acceso que suele hacerse es a la entrada de la misma y a la propia central de alarma, por lo que el propietario puede disponer de un código de activación y desactivación sobre un teclado, de llaves codificadas, lector de huellas dactilares, pupilas, activación por voz o cualquier otra señal biométrica, impidiendo la entrada de personas ajenas a la vivienda.

Los sistemas biométricos para el acceso de personal autorizado en viviendas y/o edificios. Consiste en tomar un registro biométrico (huella dactilar, iris, voz, reconocimiento facial) con la particularidad que son registros únicos y propios de cada individuo, difícilmente duplicables, y almacenarlos digitalmente en una central de memoria para su posterior comparación al momento de requerir el acceso.

Figura 63. Controles biométricos<sup>38</sup>



### ***Alarma de agresión***

Son conocidas también como sistemas de detección de pánico, dan aviso de agresiones a personas o instalaciones. Para su implementación es necesaria la acción manual de la persona afectada, que suele ejecutarse mediante un pulsador que emite una alarma silenciosa o acústica.

---

<sup>38</sup> Fuente de internet en:

[http://altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=36&Itemid=53](http://altaingenieriaxxi.com/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=53)

## **Centrales de alarma**

Las centrales de alarmas son las encargadas de administrar cada una de las señales generadas o emitidas por los dispositivos de seguridad y/o vigilancia correspondientes. Esta central se encarga de gestionar la salida de los numerosos detectores, permite el funcionamiento o la activación de los sistemas a libre elección del usuario, como por ejemplo las zonas a controlar, horarios, niveles de sensibilidad, etc., y genera las acciones pertinentes de alarma óptica y/o acústica, aviso silencioso al usuario o aviso a una central receptora de alarmas remotas de origen privado.

De manera general la central dispone de una memoria para ingresar números telefónicos programados, pueden ser fijos o móviles, y en caso de activación la central realiza una llamada para reportar la incidencia. Empleando esta misma vía se puede tener acceso remoto a la central para su control, programación y tele-vigilancia del área específica, puede transmitir el audio y el registro visual sólo si se ha incorporado una cámara de video; inclusive pueden emitirse mensajes disuasorios, mediante un altavoz, dirigidos al intruso.

Figura 64. Señal de alarma enviada a dispositivos periféricos.



También a través del internet se puede tener acceso a la zona residencial, utilizando el protocolo normalizado IP, y su aplicación a modo red de comunicaciones a la seguridad, es de bajo costo, práctico y accesible. La central de alarma puede ser un computador conectado de manera permanente a la red y el usuario puede ingresar a él a través de una dirección Web, en cualquier instante y desde cualquier sitio.

## 8. OTRAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

### 8.1 SISTEMA INFRARROJO

Las WLANs por infrarrojos son aquellas redes de área local que usan los rayos infrarrojos para transmitir información a través del aire. de acuerdo conl ángulo de apertura con que se emite la información en el transmisor pueden clasificarse en sistemas de corta apertura, de rayo dirigido o de línea de vista (Line Of Sight, LOS), y en sistemas de gran apertura, reflejados o difusos, que vienen recogidos en la norma IEEE 802.11.

Los *sistemas infrarrojos de corta apertura* están constituidos por un cono de haz infrarrojo altamente direccional y funcionan de manera similar a los controles remotos de los televisores y otros equipos de consumo: el emisor debe estar orientado hacia el receptor antes de transferir la información, lo que limita un tanto su funcionalidad y resulta muy complicado utilizar esta tecnología en dispositivos móviles. Es por esto que esta modalidad es sólo operativa en enlaces punto a punto, de manera que se dice que es un sistema inalámbrico pero no móvil (requisito fundamental para la nueva sociedad del siglo XXI), es decir, está más orientado a la portabilidad que a la movilidad.

Por otro lado, los *sistemas de gran apertura* permiten la transmisión de información con un ángulo mucho más amplio, de manera que no es necesario que el transmisor y el receptor estén completamente alineados. Una topología muy común consiste en colocar en el techo de la oficina o habitación un nodo central, conocido como punto de acceso, hacia el cual dirigen su orientación todos los dispositivos inalámbricos que lleven incorporada esta tecnología. Desde este punto de acceso la información recibida es difundida hacia los dispositivos oportunos.

En principio, esta hipotética ventaja frente a los sistemas de corta apertura se convierte en un gran inconveniente, dado que la dispersión empleada para difundir las señales por toda la habitación hace que estas reboten en techos y paredes, introduciendo un efecto de interferencia en el receptor, que limita la velocidad de

transmisión. Esta es una de las dificultades que han hecho retrasar su desarrollo definitivo por la norma 802.11.

Figura 65. Sistemas Infrarrojos de Corta y Gran Apertura



## 8.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Para que la tecnología de infrarrojos pudiera ser empleada por las WLANs se establecieron ciertas características, a continuación se esbozan las más representativas:

- Amplio ancho de banda que permite transmitir señales a velocidades muy altas (alcanza los 10 Mbps).
- Longitud de onda cercana a la de la luz, y comportamiento muy similar a esta (No puede atravesar objetos sólidos como paredes, por lo que esta técnica es inherentemente segura contra receptores no deseados).
- Gracias a su alta frecuencia, presenta una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por dispositivos como motores, luces ambientales, etc.
- Tanto si la transmisión se hace con laser o con diodo no es necesario ninguna autorización especial para su uso. (salvo por las limitaciones impuestas por ciertos organismos en materia de salud).
- Utiliza un protocolo muy sencillo, así como componentes bastante económicos y de bajo consumo de potencia.

Entre las limitaciones más importantes que le pueden corresponder a estas tecnologías se encuentran las siguientes:

- Muy sensible a objetos móviles que interfieren y perturban la comunicación entre emisor y receptor.
- Las restricciones en materia de potencia limitan la cobertura de estas redes a unos cuantos metros.
- La luz solar, las lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente la señal.

Las velocidades de transmisión de datos obtenidas no son lo suficientemente elevadas y sólo se han conseguido en enlaces punto a punto. En el balance final entre ventajas e inconvenientes, no pueden competir con las LANs de microondas, por lo que son pocas las instalaciones que emplean como medio de transmisión los rayos infrarrojos, de manera que su uso está más orientado como apoyo y complemento a las redes ya instaladas, ya sean las tradicionales cableadas o por microondas.

### **8.3 CAPAS Y PROTOCOLOS**

El principio de funcionamiento en la capa física es muy simple y proviene del ámbito de las comunicaciones ópticas por cable, es decir, un LED (Light Emitting Diode) emite luz que se propaga en el espacio libre en lugar de hacerlo a través de fibra óptica, que sería el caso de una red cableada. En el otro extremo está el receptor, en donde un fotodiodo PIN recibe los pulsos de luz y los convierte en señales eléctricas, que tras su manipulación (ampliación y conversión a formato bit) pasan a la UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) del computador, de forma que para la CPU todo el proceso luminoso es absolutamente transparente.

En el proceso de transmisión los bits viajan mediante haces de impulsos, donde el cero lógico se representa por existencia de luz y el uno lógico por su ausencia. Debido a que el enlace es punto a punto, el cono de apertura visual es de 30º y la transmisión se realiza en half duplex, o lo que es lo mismo, cada extremo del enlace emite por separado.

Tras la capa física se encuentra la capa de enlace, conocida como IrLAP (Infrared Link Access Protocol) que se encarga de gestionar las tareas relacionadas con el establecimiento, mantenimiento y finalización de la conexión entre los dos dispositivos que se comunican. IrLAP constituye una variante del protocolo de

transmisiones asíncronas HDLC (Half Duplex Line Control) adaptado para resolver los problemas que plantea el entorno de radio. El enlace establece dos tipos de estaciones participantes, una que actúa como maestro y al otro que lo hace como esclavo. El enlace puede ser punto a punto o punto a multipunto, aunque la responsabilidad, en cualquier caso, recae en el maestro.

La capa de red está definida por el protocolo IrLMP (Infrared Link Management Protocol), es la capa inmediatamente superior a la IrLAP y se encarga del seguimiento de los servicios (impresión, fax y modem), así como de los recursos disponibles por otros equipos, es decir, disponible para el enlace.

Por último, nos encontramos la capa de transporte IrTP (Infrared Transport Protocol), que se ocupa de permitir que un dispositivo pueda establecer múltiples haces de datos en un sólo enlace, cada uno con su propio flujo de control. Se trata, pues, de multiplexar el flujo de datos, lo cual permite, por ejemplo, el envío de un documento a la impresora mientras se carga el correo electrónico del servidor. Este software, de carácter opcional, dado que no es necesario para la transferencia básica de ficheros, resulta útil cuando se ha de establecer un enlace, por ejemplo, entre una PDA y la LAN.

#### **8.4 EL ESTANDAR INALÁMBRICO IEEE 802.11**

La aceptación general de las LANs inalámbricas depende de la estandarización de la industria, y poder asegurar la plena compatibilidad y fiabilidad entre todos los productos del mercado, aunque sean de fabricantes diferentes. Así, en 1.997 y tras siete años de trabajo el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, The Institute of Electrical and Electronics Engineers) publicó el modelo 802.11, que fue el primer estándar internacional autorizado para las redes locales inalámbricas.

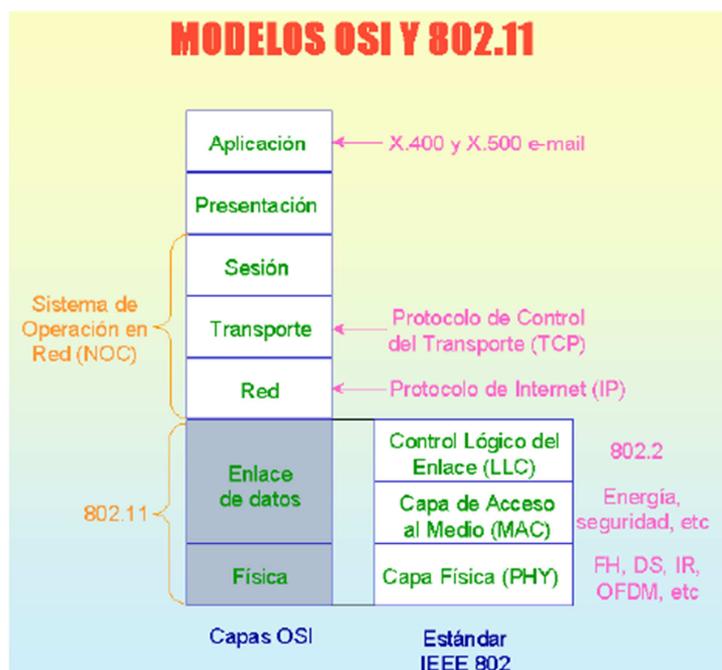
Las WLANs constituidas bajo este modelo han tenido una aceptación insignificante debida básicamente a ratios de transferencia demasiados lentos como para poder soportar la mayoría de las necesidades de las empresas. Reconocida la necesidad crucial de aportar ratios más elevados, en septiembre de 1.999 el IEEE ratificó el estándar 802.11b, conocido como "High Rate" o de elevado ratio de velocidad, el cual añadió dos velocidades más altas (5 y 11 Mbps) al primitivo 802.11.

Con este último estándar, los usuarios móviles pueden obtener niveles de rendimiento, velocidades y fiabilidad similares a los de una red Ethernet. La tecnología en la que se fundamenta el estándar permite a los administradores

montar redes que combinen más de una tecnología LAN para adaptarse mejor a sus necesidades empresariales y a las de los usuarios.

Como todos los estándares 802, el modelo 802.11 se centra en los niveles inferiores del modelo OSI, es decir, en la capa física y en la de enlace de datos. Cualquier aplicación desarrollada para las LANs, sistemas operativos para trabajo en red, protocolos, etc., podrán trabajar bajo este estándar de la misma forma que lo hacen bajo Ethernet. La arquitectura básica, las prestaciones y los servicios del 802.11b vienen recogidos en el estándar 802.11, de manera que la especificación 802.11b sólo afecta a la capa física, añadiendo ratios de velocidad más elevados y mayor robustez en la conectividad.

Figura 66. Modelos OSI y 802.11



Los líderes de la industria inalámbrica se han unido para formar la Alianza para la Compatibilidad Inalámbrica con Ethernet (WECA, Wireless Ethernet Compatibility Alliance). El objetivo primordial de la WECA es certificar la compatibilidad y la interoperatividad entre los diferentes productos desarrollados para las redes inalámbricas, así como promocionar el estándar en el mundo empresarial, en las pequeñas oficinas y en los hogares. Dentro de esta alianza se encuentran empresas fabricantes de semiconductores, suministradores de WLANs,

fabricantes de computadores y creadores de software, como 3Com, Breezecom, Compaq, Dell, Fujitsu, IBM, Intersil, Lucent Technologies, No Wires Needed, Nokia, Samsung, y muchas otras.

## **8.5 SEGURIDAD EN EL ESTÁNDAR IEEE 802.11**

La seguridad es una de las cuestiones que más preocupan a los desarrolladores de redes. En este sentido, el Comité encargado de regular el estándar 802.11 estableció un capítulo al respecto que lo llamó Wired Equivalent Privacy, WEP. Las principales preocupaciones por parte de los usuarios van encaminadas en dos direcciones:

1ª) Por un lado, que los intrusos no puedan acceder a los recursos de la red a través de otros sistemas inalámbricos similares.

2ª) Y, por otro lado, que no se puedan capturar datos en el tráfico a través de la red.

La primera de las preocupaciones se resuelve mediante un mecanismo de autenticación, según el cual una estación tiene que probar su legitimidad mediante unas claves, similar a los procesos de verificación empleados por las tradicionales redes cableadas, en el sentido de que cualquier intruso necesita introducir las premisas adecuadas para poder conectar su equipo a la red inalámbrica.

Con respecto a las escuchas, estas se previenen utilizando el algoritmo WEP, que es un generador de números pseudo aleatorios que se arranca mediante una clave secreta compartida. Este algoritmo genera una secuencia de bits pseudo aleatorios igual en longitud al paquete más largo posible, y posteriormente se combina con los propios bloques de entrada y salida, generando el paquete final que se va a transmitir vía radio al receptor.

## **8.6 AHORRO DE ENERGÍA**

Las redes inalámbricas están enfocadas principalmente para trabajar con dispositivos móviles (aparatos con baterías de alimentación de duración limitada),

y es por esta razón que el estándar tiene definido un apartado específico para regular este punto. Este modelo define un mecanismo mediante el cual las diferentes estaciones pueden pasar a modo de letargo por largos periodos de tiempo sin perder ninguna información.

La base sobre la que se fundamenta este mecanismo de ahorro de energía es que el punto de acceso mantiene una grabación actualizada de las estaciones que, en un momento dado, estén en este modo de operación, y amortigua el direccionamiento de los paquetes a estas estaciones hasta que estas reclamen dichos fragmentos de información o salgan del modo de ahorro de energía.

El punto de acceso transmite información periódicamente a aquellas estaciones que se encuentran en el modo de ahorro de los paquetes que están almacenados en el punto de acceso esperando a ser reenviados a la propia estación, de manera que estas despertarían de su letargo para recibir los mensajes. Si hay indicación de que exista algún paquete almacenado esperando a ser enviado, seguirán despiertos y deberán enviar un mensaje de sondeo al punto de acceso para que éste les transmita los archivos almacenados, de lo contrario, volverán a su estado de aletargamiento.

## CONCLUSIONES

La aplicación de los avances en sistemas domóticos no sólo tiene impacto en las viviendas, también son de utilidad en otro tipo de edificaciones, como centros de estudio, hospitales, museos, oficinas, edificios públicos, etc.

Los sistemas domóticos no se limitan a proveer servicios de confort, seguridad y mejora de las condiciones de vida de los usuarios, también combinan estos aspectos con servicios de ahorro y eficiencia energética en las viviendas. Esto es muy importante en el momento actual en el que el consumo energético está disparado y hacen falta, urgentemente, medidas de control que permitan seguir creciendo y evolucionando a un ritmo que sea sostenible.

Con toda la actividad de las innovaciones tecnológicas se espera que en los próximos años los sistemas y equipamientos para domótica protagonicen una notable evolución, de tal forma que vayan siendo incorporados cada vez más a las viviendas de modo que estas tecnologías pasen a ser un equipamiento básico del hogar.

La tendencia es que estos sistemas ofrezcan servicios que no requieran la intervención del usuario. Por eso el desarrollo de estos sistemas inteligentes es de gran importancia.

## GLOSARIO

### Instalaciones eléctricas

***Principales términos utilizados en las instalaciones eléctricas, según se definen en la NTC 2050.***

**Acometida:** derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

**Armario o gabinete:** caja diseñada para instalarse de forma empotrada, sobrepuesta o autosoportada, provista de un marco, del cual se sostienen las puertas.

**Capacidad de corriente:** corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

**Clavija, enchufe:** dispositivo introducido o retirado manualmente de un tomacorriente, el cual posee patas que entran en contacto con los contactos hembra del tomacorriente.

**Conductor aislado:** conductor dentro de un material de composición y espesor reconocido por el NTC 2050 como aislamiento eléctrico.

**Conductores de acometida:** conductores desde el punto de acometida hasta el dispositivo de desconexión de la acometida.

**Conduit:** tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

**Conductor puesta a tierra (neutro):** conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra. Generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

**Controlador:** dispositivo o grupo de dispositivos que sirve para gobernar, de un modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que esta conectado.

**Cuadro de distribución:** (switchboard) un panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles, de tamaño grande, en los que se montan, por delante o por detrás o por los lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión y usualmente instrumentos.

**Dispositivo:** elemento de un sistema eléctrico destinado para transportar energía eléctrica, pero no para utilizarla.

**Equipo:** término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

**Interruptor automático (Circuit Breaker):** dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra un circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

**Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI ):** dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobrecorriente del circuito de suministro.

**Panel de distribución (Panelboard):** un sólo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un sólo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con calefacción o fuerza. Está diseñado para instalarse en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente.

**Sobrecarga:** funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal, que si persiste durante un tiempo suficiente, podría causar daños o un calentamiento peligroso.

**Sobrecorriente:** corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

**Tierra:** conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el suelo-tierra o con algún cuerpo conductor que pueda servir en lugar del suelo.

**Tomacorriente:** dispositivo que tiene contactos hembra para la conexión de clavija y terminales para la conexión a los circuitos de salida. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo sencillo sin más dispositivos de contacto en el mismo molde. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o más tomacorrientes.

**Cable coaxial:** Cable formado por un conductor central rodeado por un dieléctrico y encerrado en una malla metálica o una pantalla metálica.

**Cable de fibra óptica:** Cable constituido por fibras de vidrio protegidas con recubrimientos plásticos. Algunas veces se incluyen alambres metálicos como elementos para dar resistencia mecánica.

**Cable medular (backbone cable):** Cable encontrado en el sistema medular.

**Cableado horizontal:** Porción del sistema de cableado que se extiende desde la estación de trabajo (salida/conector de telecomunicaciones) hasta la conexión cruzada horizontal en el cuarto de telecomunicaciones. Las instalaciones de conectores y conexiones cruzadas en el cuarto de telecomunicaciones se consideran parte del cableado horizontal.

**Canal:** Circuito de cableado horizontal que consiste en un máximo de 3 metros de cable de equipo en el área de trabajo, la salida/conector de telecomunicaciones, un máximo de 90 metros de cableado horizontal, dos bloques o paneles de conexión, un máximo de 6 metros de cordón de conexión y el cable del equipo.

**Circuito de telecomunicaciones:** Un circuito completo con un ancho de banda determinado, para permitir que instrumentos situados a ambos extremos puedan comunicarse entre sí.

**Circuito en anillo:** Red de cable con forma de anillo, con una mitad de los circuitos en cada dirección de forma que aunque ocurra un corte en cualquier lugar de la red, permite a todas las estaciones tener acceso limitado a la oficina central.

**Concentrador de datos:** Unidad que permite utilizar un medio de transmisión común para dar servicio a más canales de los que están normalmente disponibles dentro del medio.

**Conexión a tierra:** Conexión accidental o intencional entre un circuito o equipo eléctrico (por ejemplo de telecomunicaciones) y el planeta (Tierra) o algún cuerpo conductor que funcione en lugar del planeta (por ejemplo la carrocería de un automóvil).

**Cordón de conexión (Patch cord):** Cable con conectores en ambos extremos usado para unir enlaces y circuitos de telecomunicaciones, o ambos, en una conexión cruzada.

**Enlace Básico:** Circuito de cableado horizontal formado por hasta 90 metros de cable horizontal, terminando en una salida/conector de telecomunicaciones en el extremo del área de trabajo y terminando en el hardware de conexión adecuado en el cuarto de telecomunicaciones.

**Panel de conexión (patch panel):** Sistema utilizado para establecer conexiones cruzadas con conectores coincidentes, que facilita la administración del sistema de cableado.

**Panel de distribución:** Panel de conexión para montaje en un bastidor, en el que termina el cableado horizontal desde las estaciones de trabajo.

**Red de distribución:** Parte de la red de cables de la central local, que comprende pequeños cables entre los puntos de distribución de abonados (DPS) y gabinetes de abonados, unidades de línea remotas y otros puntos para flexibilidad de la red.

**Red digital de servicios integrados (ISDN):** Red digital integrada en la cual los equipos de conmutación, por división en el tiempo y vías para cableado de transmisión digitales, se utilizan para establecer conexiones para diferentes servicios: datos, télex, facsímil, etc.

**Toma (jack):** Dispositivo, generalmente estacionario, en el cual puede acoplarse un enchufe (plug) para establecer contactos eléctricos.

**Vía para cableado (pathway):** Trayectoria e instalación mecánica para la colocación de cables de telecomunicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Norma NTC 2050.** Código Eléctrico Colombiano. Ministerio de Minas y Energía. República de Colombia.
- [2] **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.** Cartilla. Ministerio de Minas y Energía. República de Colombia. Bogotá 2006. Disponible en: [http://www.upme.gov.co/Docs/Cartilla\\_Retie.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Cartilla_Retie.pdf)
- [3] **Enriquez Harper.** El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. Ed.Limusa.
- [4] **Romero Morales, Cristóbal; Vázquez Serrano, Francisco y De Castro Lozano, Carlos.** Domótica e Inmótica. Viviendas y Edificios inteligentes. Madrid. 2ª Ed. Ra-Ma, 2005.
- [5] **Valdivieso Fernández, Carlos y Matías Maestro, Ignacio R.** El proyecto domótico. Metodología para la elaboración de proyectos y aplicaciones domóticas. Madrid, 2004.
- [6] **Infantes Díaz, Juan A.** Descripción de X-10. Departamento Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga. España. Enero 2009. Disponible en: <http://opendomotica.wordpress.com/category/x-10/>
- [7] **Martín, Juan Carlos & García, María P.** Automatismos Industriales. Ed. Editex. 2009
- [8] **Roldán Martínez, David.** Comunicaciones Inalámbricas: Un enfoque aplicado. Editorial Alfaomega. 2005.
- [9] **Tableros Eléctricos.** Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Mecánica. Página de internet en: <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>

- [10] **Saavedra Silveira, Rubén.** Automatización en viviendas y edificios. Ediciones CEAC. Barcelona – España. 2009.
- [11] **CENTELSA, Cables & Tecnología.** Boletín Técnico. 2004. Página de internet disponible en: <http://www.centelsa.com.co/>
- [12] **CEDIA, Custom Electronic Design & Installation Association.** Diseño de hogares integrales para el futuro. Página de internet en: [www.cedia.co.uk](http://www.cedia.co.uk) Fecha consulta: Marzo 2011.
- [13] **La Domótica como solución de Futuro.** Guía descargable en formato \*.pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web: [www.madrid.org](http://www.madrid.org) y (Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas) [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com). Madrid, 2007.
- [14] **Mozer, M.C.** Lessons from an adaptive home. In: Cook, D.J., Das, S.K. (Eds.), Smart Environments: Technology, Protocols, and Applications, Wiley. Pg: 273-298.
- [15] **Safeguards in a World of Ambient Intelligence, SWAMI.** Dark scenarios in Ambient Intelligence: Highlighting risks and vulnerabilities Deliverable D2. Versión final, Enero 2006. Página de internet en: [http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/TFS/documents/SWAMI\\_D2\\_scenarios\\_Final\\_ESvf\\_003.pdf](http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/TFS/documents/SWAMI_D2_scenarios_Final_ESvf_003.pdf)