



**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**TESIS**

**AUTOMATIZACIÓN DE UN HOGAR MEDIANTE  
TECNOLOGIA X10**

**Que para obtener el Título de**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**Presenta**

**JOSÉ FRANCISCO AYALA PÉREZ**

**Asesor de Tesis**

**Doctor en ingeniería eléctrica**

**GILBERTO GONZALEZ AVALOS**

**Morelia Michoacán, junio del 2014**

## Agradecimientos

*En el presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

*Le doy gracias a mis padres Felipe y Sofía por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.*

*A mi asesor de tesis, Dr. Gilberto González Avalos quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.*

*Al Arquitecto Ricardo González Avalos a quien gracias a su visión me ha permitido contribuir a su proyecto con la realización de este trabajo.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

*Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga*

# Dedicatoria

A:

*Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*Mi madre Sofía Pérez, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.*

*Mi padre Luis Felipe Ayala, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.*

*Mis hermanos, Felipe y Rosalba, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.*

*Mis maestros, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; al Dr. Gilberto González Avalos por su apoyo ofrecido en este trabajo y al Arquitecto Ricardo González Avalos por brindarme la posibilidad desarrollar este tema de tesis, utilizar su equipo y confiar en el éxito del proyecto.*

*Mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.*

*Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.*

# CONTENIDO

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| Agradecimientos.....                   | ii    |
| Dedicatoria.....                       | iii   |
| Contenido.....                         | iv    |
| Lista de figuras.....                  | x     |
| Lista de tablas y gráficas.....        | xiii  |
| Lista de términos y abreviaciones..... | xiv   |
| Resumen.....                           | xvii  |
| Abstract.....                          | xviii |

## Capítulo 1

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCION.....</b>                                             | <b>19</b> |
| <b>1.1. Domótica.....</b>                                            | <b>20</b> |
| 1.1.1. ¿Qué es la domótica?.....                                     | 20        |
| 1.1.2. Marco histórico.....                                          | 21        |
| 1.1.3. La revolución domótica.....                                   | 22        |
| 1.1.4. Clasificación de la automatización en las construcciones..... | 23        |
| <b>1.2. El protocolo X10.....</b>                                    | <b>24</b> |
| 1.2.1. Historia del protocolo X10.....                               | 24        |
| <b>1.3. Objetivo.....</b>                                            | <b>26</b> |
| <b>1.4. Justificación.....</b>                                       | <b>26</b> |
| <b>1.5. Estructura de la tesis.....</b>                              | <b>27</b> |

## Capítulo 2 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN DOMOTICA

### Introducción

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1. Tipos de protocolos.....</b>                      | <b>28</b> |
| <b>2.2. Arquitectura de los sistemas de domótica.....</b> | <b>29</b> |

|             |                                                          |           |
|-------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1       | Arquitectura distribuida o descentralizada.....          | 29        |
| 2.2.2       | Arquitectura centralizada.....                           | 31        |
| 2.2.3       | Arquitectura mixta.....                                  | 32        |
| <b>2.3.</b> | <b>Principales sistemas de domótica comerciales.....</b> | <b>33</b> |
| 2.3.1       | Protocolo EIB (Bus de instalación eléctrica).....        | 35        |
| 2.3.2       | KNX.....                                                 | 37        |
| 2.3.3       | Lonworks.....                                            | 40        |
| 2.3.4       | X10.....                                                 | 41        |
| <b>2.4.</b> | <b>Otros estándares de domótica.....</b>                 | <b>51</b> |
| 2.4.1       | EHS.....                                                 | 51        |
| 2.4.2       | CEBus.....                                               | 52        |
| 2.4.3       | UPB.....                                                 | 52        |
| 2.4.4       | Insteon.....                                             | 53        |
| 2.4.5       | BatiBUS.....                                             | 54        |
| 2.4.6       | BACnet.....                                              | 54        |
| 2.4.7       | HBS.....                                                 | 55        |
| <b>2.5</b>  | <b>Protocolos Wireless similares a X10.....</b>          | <b>55</b> |
| 2.5.1       | Z-Wave.....                                              | 55        |
| 2.5.2       | Zig-Bee.....                                             | 56        |
| 2.5.3       | ENOCAN.....                                              | 57        |

## **Capítulo 3 EL SOFTWARE DE AUTOMATIZACIÓN X10**

### **Introducción**

|             |                                             |           |
|-------------|---------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1.</b> | <b>Instalación del hardware básico.....</b> | <b>58</b> |
| <b>3.2.</b> | <b>Interfaz al PC, CM15A.....</b>           | <b>59</b> |
| <b>3.3.</b> | <b>Active Home Pro.....</b>                 | <b>60</b> |
| <b>3.4.</b> | <b>Active Phone.....</b>                    | <b>62</b> |
| <b>3.5.</b> | <b>i Watch Out.....</b>                     | <b>62</b> |
| <b>3.6.</b> | <b>My house Online.....</b>                 | <b>63</b> |
| <b>3.7.</b> | <b>On Alert.....</b>                        | <b>63</b> |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.8. Smart Macros .....</b>                         | <b>64</b> |
| <b>3.9. Aplicaciones para X10.....</b>                 | <b>66</b> |
| <b>3.9.1 Características del software ALHENHA.....</b> | <b>67</b> |
| <b>3.9.2 Requerimientos de los programas.....</b>      | <b>71</b> |

## **Capítulo 4 EL HARDWARE DE AUTOMATIZACIÓN X10**

### **Introducción**

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.1. Ventajas de utilizar dispositivos del sistema X10.....</b>       | <b>72</b> |
| 4.1.1. Construyendo el sistema de domótica.....                          | 73        |
| <b>4.2. Características técnicas de los dispositivos X10.....</b>        | <b>73</b> |
| <b>4.3. Módulos X10.....</b>                                             | <b>75</b> |
| 4.3.1. Clasificación de los módulos en función del tipo de conexión..... | 76        |
| a) Módulos de pared.....                                                 | 76        |
| b) Módulos de casquillo.....                                             | 77        |
| c) Módulos de carril DIN.....                                            | 78        |
| d) Módulos pulsadores empotrables.....                                   | 79        |
| e) Módulos de cable.....                                                 | 80        |
| 4.3.2. Clasificación de los módulos de acuerdo a su uso.....             | 81        |
| a) Módulos de lámparas.....                                              | 81        |
| b) Módulos de appliance (de aparato).....                                | 82        |
| c) Módulos universales.....                                              | 83        |
| d) Módulo Transciver inalámbrico.....                                    | 85        |
| e) Módulos transmisores / receptores.....                                | 85        |
| f) Módulo de persianas.....                                              | 86        |
| g) Micro módulos.....                                                    | 87        |
| <b>4.4. Sensores.....</b>                                                | <b>89</b> |
| 4.4.1. Sensores de movimiento RF.....                                    | 89        |
| 4.4.2. Alarmas técnicas.....                                             | 90        |
| a) Detector de humo.....                                                 | 90        |
| b) Detector de nivel de agua.....                                        | 91        |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| c) Sensor de apertura NC/NA.....                     | 91         |
| d) Sensor de rotura de cristales.....                | 92         |
| e) Sensor de movimiento con reflectores.....         | 93         |
| f) Detector para fugas de gas.....                   | 93         |
| <b>4.5. Interruptores.....</b>                       | <b>94</b>  |
| 4.5.1. Interruptores de superficie RF (remotos)..... | 94         |
| 4.5.2. Interruptor de pared.....                     | 95         |
| <b>4.6. Módulos de contactos X10.....</b>            | <b>95</b>  |
| <b>4.7. Mandos controladores.....</b>                | <b>95</b>  |
| 4.7.1.Mandos a control remoto RF / IR.....           | 96         |
| 4.7.2.Controladores de estación.....                 | 98         |
| 4.7.3 Controladores digitales.....                   | 99         |
| 4.7.4.Controles Palm Pad.....                        | 100        |
| 4.7.5.Controles portables.....                       | 101        |
| <b>4.8. Filtros para la red eléctrica.....</b>       | <b>103</b> |
| 4.8.1 Filtro acoplador DIN.....                      | 103        |
| 4.8.2 Filtro regleta.....                            | 104        |
| 4.8.3 Filtro con cable XPF.....                      | 105        |
| <b>4.9. Módulos estabilizadores de señal.....</b>    | <b>106</b> |
| <b>4.10. Controlador termostato.....</b>             | <b>106</b> |
| <b>4.11. Seguridad.....</b>                          | <b>107</b> |
| 4.11.1 Elementos del Kit de seguridad.....           | 109        |
| a) Sirenas.....                                      | 109        |
| b) Controles de seguridad.....                       | 109        |
| c) Sensores de movimiento.....                       | 110        |
| d) Video vigilancia CCTV.....                        | 111        |
| <b>4.12.Accesorios.....</b>                          | <b>113</b> |

# Capítulo 5

## AUTOMATIZACIÓN DE UN HOGAR MEDIANTE EL SISTEMA X10

### Introducción

|                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.1. La casa inteligente.....</b>                                                       | <b>116</b> |
| <b>5.2. El proyecto domótico.....</b>                                                      | <b>118</b> |
| 5.3.1 Preestudio.....                                                                      | 119        |
| 5.3.2 Definición.....                                                                      | 120        |
| 5.3.3 Instalación.....                                                                     | 121        |
| 5.3.4 Entrega.....                                                                         | 121        |
| <b>5.3. Especificaciones técnicas de un proyecto de domótica.....</b>                      | <b>121</b> |
| <b>5.4. Descripción del área de automatización (casa muestra).....</b>                     | <b>122</b> |
| <b>5.5. Localización de los elementos.....</b>                                             | <b>124</b> |
| A. Iluminación.....                                                                        | 124        |
| B. Aparatos y lámparas.....                                                                | 125        |
| C. Persianas.....                                                                          | 125        |
| D. Tomas de corriente.....                                                                 | 125        |
| E. Termostatos.....                                                                        | 125        |
| F. Alarmas técnicas.....                                                                   | 126        |
| G. Seguridad.....                                                                          | 126        |
| H. Controladores.....                                                                      | 126        |
| I. Active Home Pro.....                                                                    | 127        |
| J. Filtros.....                                                                            | 127        |
| <b>5.6. Componentes del sistema X10.....</b>                                               | <b>127</b> |
| 5.6.1 Kit domótico para el área de la entrada principal y la cochera.....                  | 128        |
| 5.6.2 Kit domótico para el primer nivel.....                                               | 129        |
| 5.6.3 Kit domótico para el sótano.....                                                     | 131        |
| 5.6.4 Kit domótico para el segundo nivel.....                                              | 132        |
| <b>5.7. Guía de instalación de los elementos en las diversas áreas de la vivienda.....</b> | <b>134</b> |
| 5.7.1 Cochera.....                                                                         | 134        |
| 5.7.2 Sala – comedor.....                                                                  | 134        |
| 5.7.3 Cocina.....                                                                          | 135        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 5.7.4 Baños.....               | 136 |
| 5.7.5 Corredores.....          | 136 |
| 5.7.6 Terrazas.....            | 137 |
| 5.7.7 Escaleras.....           | 137 |
| 5.7.8 Estudio.....             | 138 |
| 5.7.9 Cuarto de servicio.....  | 138 |
| 5.7.10 Recámara principal..... | 139 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| <b>5.8. Perspectivas de ahorro .....</b> | <b>140</b> |
|------------------------------------------|------------|

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>5.9. Presupuesto.....</b> | <b>143</b> |
|------------------------------|------------|

## **Capítulo 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....145**

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 6.1. Conclusiones..... | 145 |
|------------------------|-----|

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 6.2. Recomendaciones..... | 147 |
|---------------------------|-----|

## **ANEXOS**

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ANEXO 1: Guía de configuración para el software Active Home Pro.....</b> | <b>148</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|

### Introducción

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 1. La ventana principal Active Home Pro..... | 148 |
| 2. Módulos especiales.....                   | 151 |
| 3. Programación de eventos macros.....       | 152 |
| 4. Uso de los eventos macros.....            | 155 |
| 5. Almacenando macros en la interface.....   | 157 |
| 6. Códigos de casa y de unidad.....          | 158 |
| 7. Seguridad.....                            | 159 |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| <b>ANEXO 2: LABORATORIO X10.....</b> | <b>159</b> |
|--------------------------------------|------------|

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| <b>Referencias.....</b> | <b>162</b> |
|-------------------------|------------|

# Lista de Figuras

## Capítulo 1

|     |                                       |    |
|-----|---------------------------------------|----|
| 1.1 | Logotipos Pico electronics y X10..... | 25 |
|-----|---------------------------------------|----|

## Capítulo 2

|      |                                                                        |    |
|------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1  | Arquitectura domótica distribuida.....                                 | 29 |
| 2.2  | Marcas de sistemas domóticos distribuidos.....                         | 30 |
| 2.3  | Arquitectura domótica centralizada.....                                | 31 |
| 2.4  | Marcas de sistemas domóticos centralizados.....                        | 32 |
| 2.5  | Arquitectura domótica mixta.....                                       | 32 |
| 2.6  | Principales protocolos de comunicación domótica en el mundo.....       | 34 |
| 2.7  | “Llaves” del sistema EIB.....                                          | 35 |
| 2.8  | Sistemas de control distribuidos en la red para el protocolo EIB.....  | 36 |
| 2.9  | Esquema de la estructura del sistema EIB.....                          | 36 |
| 2.10 | Convergencia de Batibus, EIB y EHS que conforman el protocolo KNX..... | 39 |
| 2.11 | Ejemplo de una instalación X10.....                                    | 42 |
| 2.12 | Sincronización con el paso por cero.....                               | 43 |
| 2.13 | Codificación de bits en X10.....                                       | 45 |
| 2.14 | Código de comienzo.....                                                | 45 |
| 2.15 | Código con la dirección de la casa.....                                | 46 |
| 2.16 | Código con la dirección de unidad.....                                 | 46 |
| 2.17 | Estructura de la trama de información de códigos X10.....              | 46 |
| 2.18 | Transmisión de la dirección por duplicado.....                         | 47 |
| 2.19 | Ciclos de espera entre transmisiones.....                              | 47 |
| 2.20 | Código de comienzo + código de casa.....                               | 48 |
| 2.21 | Código de comandos.....                                                | 48 |
| 2.22 | Transmisión del comando por duplicado.....                             | 49 |
| 2.23 | Ciclos necesarios para una transmisión completa.....                   | 49 |
| 2.24 | Temporización de la codificación en sistemas trifásicos.....           | 50 |
| 2.25 | Filtro + acoplador trifásico X10.....                                  | 51 |

## Capítulo 3

|     |                                                                         |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 | Interfaz CM15A para Active Home Pro.....                                | 59 |
| 3.2 | Pantalla principal Active Home Pro.....                                 | 61 |
| 3.3 | Ventana principal i Watch Out.....                                      | 63 |
| 3.4 | Editor de eventos programados Smart Macros.....                         | 66 |
| 3.5 | Control por imagen personalizada con íconos.....                        | 68 |
| 3.6 | Control por imagen capturada sin usar íconos.....                       | 68 |
| 3.7 | Aplicaciones móviles para los programas ALHENHA.....                    | 70 |
| 3.8 | Edición de una imagen con íconos controladores.....                     | 70 |
| 3.9 | Ejemplo del control de luces en una imagen de video en tiempo real..... | 70 |

|      |                                                                |    |
|------|----------------------------------------------------------------|----|
| 3.10 | ALHENHA para controlar dispositivos y opciones multimedia..... | 71 |
|------|----------------------------------------------------------------|----|

## Capítulo 4

|      |                                                                      |     |
|------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1  | Tipos de dispositivos X10.....                                       | 73  |
| 4.2  | Módulo X10. Ruedas para código de dispositivo y código de hogar..... | 75  |
| 4.3  | Módulo X10 de pared.....                                             | 76  |
| 4.4  | Conexión de los módulos X10 de pared.....                            | 76  |
| 4.5  | Módulo X10 de casquillo.....                                         | 77  |
| 4.6  | Módulo X10 de carril DIN.....                                        | 78  |
| 4.7  | Conexión para módulos de carril DIN.....                             | 79  |
| 4.8  | Conexión de pulsadores empotrables.....                              | 80  |
| 4.9  | Módulo X10 con cable.....                                            | 81  |
| 4.10 | Módulo X10 para lámparas.....                                        | 81  |
| 4.11 | Módulo X10 Socket Rocket para focos.....                             | 82  |
| 4.12 | Módulo appliance X10.....                                            | 83  |
| 4.13 | Módulo receptor universal X10.....                                   | 83  |
| 4.14 | Módulo transmisor universal X10.....                                 | 84  |
| 4.15 | Módulo Transciver inalámbrico X10.....                               | 85  |
| 4.16 | Módulo receptor RF / MA.....                                         | 85  |
| 4.17 | Transmisor X10 – IR.....                                             | 86  |
| 4.18 | Módulo de persiana.....                                              | 87  |
| 4.19 | Micro módulo de aparato X10.....                                     | 87  |
| 4.20 | Micro módulo de iluminación X10.....                                 | 88  |
| 4.21 | Micro módulo de persiana X10.....                                    | 89  |
| 4.22 | Sensores de movimiento X10.....                                      | 90  |
| 4.23 | Detector de humo.....                                                | 91  |
| 4.24 | Detector de inundación RF.....                                       | 91  |
| 4.25 | Sensor de apertura NC / NA.....                                      | 92  |
| 4.26 | Detector de rotura de cristales.....                                 | 92  |
| 4.27 | Detector de movimiento con reflectores.....                          | 93  |
| 4.28 | Detector de fugas de gas X10.....                                    | 94  |
| 4.29 | Interruptor remoto X10.....                                          | 94  |
| 4.30 | Interruptores de pared X10.....                                      | 95  |
| 4.31 | Contactos de pared X10.....                                          | 95  |
| 4.32 | Mando multimedia universal RF / IR.....                              | 97  |
| 4.33 | Mando multimedia táctil RF / IR.....                                 | 97  |
| 4.34 | Mando multimedia universal TFT RF / IR.....                          | 98  |
| 4.35 | Módulos controladores de estación.....                               | 99  |
| 4.36 | eye Touch – pantalla táctil X10.....                                 | 100 |
| 4.37 | Módulos controladores Palm Pad.....                                  | 101 |
| 4.38 | Mando RF-2 SLIMFIRE tipo llavero.....                                | 102 |
| 4.39 | Mando RF-4 SLIMFIRE tipo tarjeta.....                                | 102 |
| 4.40 | Mini mando de seguridad.....                                         | 103 |
| 4.41 | Filtro acoplador DIN.....                                            | 104 |
| 4.42 | Filtro regleta.....                                                  | 105 |
| 4.43 | Filtro supresor de ruido de 20 amperes.....                          | 105 |

|      |                                                                     |     |
|------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.44 | Módulo XPCR acoplador, repetidor y amplificador de señales X10..... | 106 |
| 4.45 | Controlador termostato X10.....                                     | 107 |
| 4.46 | Sistema de seguridad X10 en una vivienda.....                       | 108 |
| 4.47 | Alarmas X10.....                                                    | 109 |
| 4.48 | Consolas de seguridad X10.....                                      | 110 |
| 4.49 | Sensores X10 para seguridad.....                                    | 111 |
| 4.50 | Sistema de video vigilancia CCTV X10.....                           | 112 |
| 4.51 | Elementos del sistema de video X10.....                             | 113 |
| 4.52 | Analizador de señales X10.....                                      | 113 |
| 4.53 | Controlador para equipos de audio y video.....                      | 114 |
| 4.54 | Transciver USB para computadora.....                                | 114 |
| 4.55 | Interfaz Fire Cracker.....                                          | 114 |

## Capítulo 5

|      |                                                                          |     |
|------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1  | Aportaciones de un sistema domótico.....                                 | 115 |
| 5.2  | Características de la casa inteligente.....                              | 117 |
| 5.3  | Fases y criterios a tener en cuenta en un proyecto domótico.....         | 118 |
| 5.4  | Algunas de las funciones básicas a instalar en una casa.....             | 120 |
| 5.5  | Plano general de la vivienda.....                                        | 123 |
| 5.6  | Simbología usada para describir la distribución de los dispositivos..... | 128 |
| 5.7  | Plano domótico del acceso principal y la cochera.....                    | 128 |
| 5.8  | Kit domótico del acceso principal y la cochera.....                      | 129 |
| 5.9  | Plano domótico para el primer piso.....                                  | 129 |
| 5.10 | Kit domótico para el primer nivel.....                                   | 130 |
| 5.11 | Plano domótico para el sótano.....                                       | 131 |
| 5.12 | Kit domótico para el sótano.....                                         | 132 |
| 5.13 | Plano domótico para el segundo nivel.....                                | 132 |
| 5.14 | Kit domótico para el segundo piso.....                                   | 133 |
| 5.15 | Esquema cochera y entrada principal.....                                 | 134 |
| 5.16 | Esquema estancia – comedor.....                                          | 134 |
| 5.17 | Estancia – comedor.....                                                  | 135 |
| 5.18 | Esquema cocina.....                                                      | 135 |
| 5.19 | Cocina.....                                                              | 136 |
| 5.20 | Baño principal.....                                                      | 136 |
| 5.21 | Corredores y pasillos.....                                               | 137 |
| 5.22 | Terraza panorámica.....                                                  | 137 |
| 5.23 | Escaleras.....                                                           | 138 |
| 5.24 | Estudio.....                                                             | 138 |
| 5.25 | Cuarto de servicio.....                                                  | 139 |
| 5.26 | Habitación principal.....                                                | 140 |

## ANEXO 1

|      |                                                                             |     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| A1.1 | Entorno de trabajo de Active Home Pro.....                                  | 148 |
| A1.2 | Panel principal Active Home Pro.....                                        | 149 |
| A1.3 | Panel principal señalando las diferentes categorías y tipos de módulos..... | 150 |

|       |                                                                       |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| A1.4  | Añadir módulos usando recuadros de módulos.....                       | 151 |
| A1.5  | Módulo que queda añadido a nuestro panel.....                         | 151 |
| A1.6  | Control para módulo de luces.....                                     | 151 |
| A1.7  | Módulos especiales.....                                               | 152 |
| A1.8  | Módulos a dos vías.....                                               | 152 |
| A1.9  | Ventana Timer Designer.....                                           | 153 |
| A1.10 | Configuración del temporizador.....                                   | 154 |
| A1.11 | Lista de temporizadores programados.....                              | 154 |
| A1.12 | Icono de temporización.....                                           | 154 |
| A1.13 | Histórico de eventos.....                                             | 155 |
| A1.14 | Ventana para la creación de macros (Macro Designer).....              | 155 |
| A1.15 | Icono en el panel principal AHP que representa a la macro creada..... | 156 |
| A1.16 | Línea de tiempo de macros.....                                        | 157 |
| A1.17 | Icono que indica si hay temporizadores.....                           | 157 |
| A1.18 | Descargando datos en la interface.....                                | 158 |

## **Lista de Tablas**

### **Capítulo 2**

|     |                                                        |    |
|-----|--------------------------------------------------------|----|
| 2.1 | Comparativa entre los protocolos más populares.....    | 34 |
| 2.2 | Direcciones para los códigos de casa.....              | 43 |
| 2.3 | Direcciones para los códigos de unidad y comandos..... | 44 |

### **Capítulo 3**

|     |                                      |    |
|-----|--------------------------------------|----|
| 3.1 | Kit de seguridad Protector Plus..... | 64 |
|-----|--------------------------------------|----|

### **Capítulo 5**

|     |                                                 |     |
|-----|-------------------------------------------------|-----|
| 5.1 | Lista de dispositivos domóticos adquiridos..... | 144 |
|-----|-------------------------------------------------|-----|

## **Gráficas**

|     |                                                                                     |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1 | Consumo de energía para una casa que cuenta con un sistema de clima artificial..... | 141 |
| 5.2 | Consumo de energía para una casa que no cuenta con sistema de clima artificial..... | 142 |

# Lista de términos y abreviaturas

## Palabras clave

- Royalty:** Una regalía o *royalty* es el pago que se efectúa al titular de derechos de autor, patentes, marcas o franquicia a cambio del derecho a usarlos o explotarlos.
- Protocolo:** Un protocolo es un método estándar que permite la comunicación entre procesos (que potencialmente se ejecutan en diferentes equipos), es decir, es un conjunto de reglas y procedimientos que deben respetarse para el envío y la recepción de datos a través de una red.
- Ethernet:** Es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente principio, “Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos”. Se distinguen diferentes variantes de tecnología Ethernet según el tipo y el diámetro de los cables utilizados.
- Plug & play:** Es un estándar para añadir hardware que requiere que un dispositivo se identifique a sí mismo al conectarse. Se refiere a la capacidad de un sistema informático de configurar automáticamente los dispositivos al conectarlos. Permite poder enchufar un dispositivo y utilizarlo inmediatamente, sin preocuparse de la configuración.
- Macro:** Una macro es un conjunto de instrucciones escritas que nos permite automatizar ciertas tareas que la aplicación no contempla desde las herramientas propias del programa.
- Plug-in:** Es una complemento que se relaciona con una aplicación para aportarle una función nueva y generalmente muy específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la Interfaz de programación de aplicaciones.
- Estores:** Se denomina estor a un tipo de cortina fina que se despliega verticalmente. Los estores sirven más para transparentar la luz que para impedir su entrada. Existe gran cantidad de variedades de tejidos y formas de acabado.
- Ubicuidad:** Capacidad de estar presente en varios lugares al mismo tiempo.

**Half duplex:** Significa que el método o protocolo de envío de información es bidireccional pero no simultáneo. En este caso se refiere al método de comunicación del protocolo X10 con sus dispositivos en donde éstos reciben los comandos en un bus de comunicación limitado por lo que no es posible comunicarse con varios módulos al mismo tiempo.

**Access point:** Un punto de acceso inalámbrico (WAP o AP por sus siglas en inglés: Wireless Access Point) en redes de computadoras es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación alámbrica para formar una red inalámbrica. En este caso se refiere a cualquier modem inalámbrico que genere una señal que viaja dentro de la casa y que pueda ser una interferencia para los transmisores de X10.

**ALHENHA:** Son una serie de software de aplicación desarrollados por Insteon específicamente diseñados con la posibilidad de utilizar dispositivos móviles como smart phones o tablets para controlar cualquier hogar a través de la tecnología domótica X10. El software ALHENHA ofrece una domótica de altas prestaciones, en primer lugar ofrece la posibilidad de controlar el sistema domotico a través de fotos o planos de la vivienda, en segundo lugar cuenta con el sistema de control por reconocimiento de voz y por ultimo permite monitorear la vivienda en tiempo real y actuar sobre ella.

**Protecciones diferenciales:** Un interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por falta de aislamiento entre los conductores activos y tierra de los aparatos.

**Protecciones magnetotérmicas:** Un interruptor termomagnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

**Palm pad:** Es un dispositivo controlador manual que cuenta con una pantalla de teclado la cual permite operar a varios otros aparatos debido a su estructura y organización de sus teclas.

# Abreviaturas

**AHP:** (Active Home Pro) Software de desarrollo y control para el sistema domótico X10.

**DIN:** Son las siglas de *Deutsches Institut für Normung* (Instituto Alemán de Normalización).

Un carril DIN o rail DIN es una barra de metal normalizada de 35 mm de ancho con una sección transversal en forma de sombrero. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección y mando, tanto en aplicaciones industriales como en viviendas.

**OEM:** Un fabricante de equipamiento original (en inglés *original equipment manufacturer* o, abreviadamente, OEM), es una empresa que fabrica productos que luego son comprados por otra empresa y vendidos bajo la marca de la empresa compradora (a veces conocida como empresa reenvasadora).

**RF:** Abreviación del término radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia, que es la porción menos energética del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz.

**Wireless:** (inalámbrico o sin cables) es un término usado para describir las telecomunicaciones en las cuales las ondas electromagnéticas llevan la señal de un punto a otro para establecer la comunicación.

**Wi-Fi:** Es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con Wi-Fi pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso tiene un alcance de unos 20 metros en interiores y al aire libre una distancia mayor. Pueden cubrir grandes áreas la superposición de múltiples puntos de acceso. Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: *Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

**PLC:** (*Power Line Communications*) es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a tecnologías diferentes que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales de radio para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

# Resumen

La tecnología nace con los seres humanos y se va transformando en un elemento de gran prioridad para los grupos sociales que la emplean, les permite habituarse a ambientes extremos, o simplemente, a subsistir.

Gracias a los avances tecnológicos generados por años de estudio e investigación, los seres humanos han logrado obtener un nivel de vida muy alto. Ahora no se busca cumplir necesidades básicas de supervivencia únicamente, también se busca lograr un nivel de vida con confort y control de los alrededores. Ante estas nuevas necesidades la tecnología de la información entra en escena. Gracias a ella se puede conocer, manipular y programar el ambiente en el que una persona se desenvuelve, pudiendo ser una oficina o hasta el mismo hogar.

“La tecnología aplicada al hogar”, conocida como domótica, integra automatización, informática y nuevas tecnologías de comunicación; todas ellas dirigidas a mejorar la comodidad, la seguridad y, en definitiva, el bienestar dentro de los hogares.

Así es como surge la domótica. En Francia, donde se acuñó la palabra "*Domotique*", contracción de las palabras "domo" e "*informatique*". Este término se puede definir como: "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etcétera". Es decir, el objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y de las facilidades de comunicación.

En este trabajo se presenta el proyecto de automatización de una casa implementando la tecnología comercializada por la marca X10, Home Systems. La cual contiene diversos módulos electrónicos y un software diseñados específicamente para cumplir con diversas tareas que pueden ser programables dentro del hogar, de manera que se ejecuten diariamente de una manera preestablecida sin necesidad que una persona tenga que someterse a la rutina diaria de realizarlas como podría ser encender un foco o una lámpara cuando se oscurece o quizá encender todas las mañanas la cafetera o bien activar el aire acondicionado cuando hace mucho calor.

## Palabras clave:

**Tecnología aplicada al hogar:** Se refiere a este concepto como el conjunto de tecnologías que se aplican al hogar para hacer de él un espacio más confortable, práctico, seguro y sostenible.

**Domótica:** Es el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación.

**Automatización:** Un sistema autónomo es aquel donde se transfieren tareas de producción y control realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

# Abstract

The technology was created with humans and is transformed into an item of high priority to social groups who use, allowing them to get used to extreme or simply to survive environments.

Thanks to technological advances generated by years of study and research, humans have achieved a very high standard of living. Now not looking meet basic survival needs only, it also seeks to achieve a standard of living with comfort and control of the surroundings. Given these new needs of information technology enters the picture. With it you can learn, manipulate and set the environment in which a person develops and can be an office or to the same household.

"The technology applied to home," known as home automation, integrated automation, information and communication technologies; all aimed at improving comfort, safety and, ultimately, well-being within households.

This is how the home automation arises. In France, where the word "*Domotique*" contraction of the words "dome" and "*informatique*" was coined. This term can be defined as: "the concept of home automation that integrates all security, energy management, communications, and so on". That is, the goal is to assure the user of housing increased comfort, safety, energy saving and communication facilities.

In this paper the project of implementing a home automation technology marketed by the brand X10, Home Systems is presented. Which contains various electronic modules and a software specifically designed to fulfill various tasks that can be programmed within the home, so that run daily in a prescribed manner without a person having to undergo the daily routine could perform them as be light a bulb or a lamp when it obscures or perhaps turn the coffee each morning or turn on the air conditioning in hot weather.

## **Keywords:**

**Applied Technology to home:** refers to this concept as a set of technologies that are applied to the home to make it a more comfortable, convenient, safe and sustainable space.

**Home Automation:** The set of systems capable of automating a home, providing energy management services, safety, welfare and communication.

**Automation:** An autonomous system is one where production and control tasks usually performed by human operators to a set of technological elements are transferred.

# Capítulo 1

## Introducción

En los últimos años se están produciendo algunos cambios muy significativos e interesantes, que afectan sobre todo, a los lugares donde habitamos, pero también en aquellos sitios en los que trabajamos o pasamos los ratos de ocio. Estos cambios tienen un impacto muy positivo en nuestra comodidad y seguridad, pero además permiten estar en permanente comunicación, la automatización y el control remoto de múltiples aparatos y el ahorro energético al hacer un uso más eficiente de los diferentes dispositivos a nuestra disposición.

El término “domótica” (del latín *domus*, casa, e informática) tiene varias acepciones, entre ellas la que da el diccionario de la Real Academia, que define la domótica como “el conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda”. La vivienda domótica nace para facilitar la vida a las personas, haciéndola más cómoda, más segura, y con mayores posibilidades de comunicación y ahorro energético. Algunos de los aspectos relacionados con la domótica no son exclusivos del hogar, sino que también pueden ser aplicados a cualquier espacio donde se desarrolle alguna actividad humana.

El vertiginoso avance tecnológico ha contribuido eficazmente al desarrollo de la domótica en aspectos tan cotidianos como la iluminación, climatización, seguridad, comunicación, etc. Estos avances han permitido su rápido desarrollo en el equipo y técnicas para realizar una instalación domótica. Actualmente, las construcciones ya toman en cuenta esta tecnología como parte de su plan de obra, por lo que se puede esperar que en los próximos años encuentren su plena expansión, gracias a su comodidad, facilidad de uso y precio cada vez más competitivo.

En este trabajo se presenta el proyecto de automatización de una casa implementando la tecnología comercializada por la marca X10 *Home Systems*. La cual basa su funcionamiento en el protocolo X10 de corrientes portadoras en donde se utiliza la instalación eléctrica para transmitir instrucciones hacia los diversos módulos electrónicos que conforman el sistema. Además cuenta con un software que funge como controlador maestro, diseñado para cumplir con diversas tareas que pueden ser programables dentro del hogar, de manera que se ejecuten diariamente de una manera preestablecida sin necesidad que una persona tenga que someterse a la rutina diaria de realizarlas como podría ser encender un foco o una lámpara cuando se oscurece o quizá encender todas las mañanas la cafetera o bien activar el aire acondicionado cuando hace mucho calor.

## 1.1 DOMOTICA

### 1.1.1 ¿Qué es la domótica?

Se entiende por domótica como el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado.

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cinco aspectos o ámbitos principales:

#### a) Ahorro energético

El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos.

- Climatización: programación y zonificación de los eventos.
- Gestión eléctrica:
  - o Racionalización de cargas eléctricas: desconexión de equipos de uso no prioritario en función del consumo eléctrico en un momento dado
  - o Gestión de tarifas, derivando el funcionamiento de algunos aparatos a horas de tarifa reducida
- Uso de energías renovables

#### b) Confort

El confort conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que contribuyan a la funcionalidad en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas.

- Iluminación:
  - o Apagado general de todas las luces de la vivienda
  - o Automatización del apagado/ encendido en cada punto de luz.
  - o Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente
- Automatización de todos los distintos sistemas/ instalaciones / equipos dotándolos de control eficiente y de fácil manejo
- Integración del portero al teléfono, o del videoportero al televisor
- Control vía Internet
- Gestión Multimedia y del ocio electrónicos
- Generación de macros y programas de forma sencilla para el usuario y automatización.

### c) Seguridad

Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal.

- Alarmas de intrusión (Anti intrusión): Se utilizan para detectar o prevenir la presencia de personas extrañas en una vivienda o edificio.
  - o Detección de un posible intruso (Detectores volumétricos o perimetrales)
  - o Cierre de persianas puntual y seguro
  - o Simulación de presencia
- Alarmas de detección de incendios, fugas de gas, escapes de agua, concentración de monóxido en garajes cuando se usan vehículos de combustión.
- Alerta médica.
- Acceso a Cámaras IP.

### d) Comunicaciones

Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar.

- Ubicuidad en el control tanto externo como interno, control remoto desde Internet, PC, mandos inalámbricos (por ejemplo equipos con WiFi o bluetooth), instalación eléctrica (contactos, enchufes, interruptores).
- Asistencia y mantenimiento a distancia
- Informes de consumo y costo
- Transmisión de alarmas.
- Intercomunicaciones.

### e) Accesibilidad

Aquí se incluyen las aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía de personas con limitaciones funcionales, o discapacidad.

El concepto "diseño" para todos es un movimiento que pretende crear la sensibilidad necesaria para que al diseñar un producto o servicio se tengan en cuenta las necesidades de todos los posibles usuarios, incluyendo las personas con diferentes capacidades o discapacidades, es decir, favorecer un diseño accesible para la diversidad humana.

## **1.1.2 Marco histórico**

El origen de la domótica se remonta a los años setenta, cuando tras muchas investigaciones aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la exitosa tecnología X10. Durante los años siguientes la comunidad internacional mostró un creciente interés por la búsqueda de la casa ideal, comenzando diversos ensayos con avanzados electrodomésticos y dispositivos automáticos para el hogar. Los primeros sistemas comerciales fueron instalados, sobre todo, en Estados Unidos y se limitaban a la regulación de la temperatura ambiente de los edificios de oficinas y poco más.

Más tarde, con el auge de las computadoras a finales de la década de los 80 y principios de los 90, se empezaron a incorporar en estos edificios los Sistemas de Cableado Estructurado

(SCE) para facilitar la conexión de todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidas por todo el edificio. Además de los datos, estos sistemas de cableado permitían el transporte de la voz y la conexión de algunos dispositivos de control y de seguridad, por lo que a aquellos edificios que disponían de un SCE, se les empezaron a llamar edificios inteligentes.

Posteriormente, todos estos automatismos destinados a edificios de oficinas, se fueron aplicando también a las viviendas de particulares y otro tipo de edificios donde el número de necesidades que hay que cubrir es mucho más amplio, dando origen a la vivienda domótica.

Tras una etapa de introducción lenta de la tecnología digital, ahora estamos en los comienzos de una revolución de los servicios para el hogar, donde las pasarelas residenciales, apoyadas con conexiones de banda ancha, conectarán inteligentemente todos los dispositivos del hogar, soportando una gran diversidad de servicios interactivos.

### **1.1.3 La revolución domótica**

La evolución marca el ritmo de la vida y las casas tampoco pueden escapar a ella. Desde la cueva con fuego para calentar e iluminar, a las antorchas, las velas, el candil y por último la electricidad.

La electricidad ha permitido elevar el nivel de confort en las viviendas y ha dado paso a la entrada de los electrodomésticos; lavadora, refrigerador, lavavajillas, horno, cafetera, etcétera. Es decir, máquinas capaces de realizar tareas cotidianas de forma casi autónoma. Sin embargo aún queda por solucionar la autonomía de todos estos aparatos, elevando nuestro nivel de confort a cosas en otro tiempo inimaginables.

Estas máquinas no existirían sin el desarrollo de una nueva evolución tecnológica, la electrónica. Debido a que gracias al desarrollo de múltiples dispositivos electrónicos, se pueden realizar funciones programadas (rutinas) o regular procesos y tareas del hogar.

La siguiente evolución que ha llegado es la domótica, que se encarga de la integración y regulación de ambos sistemas (eléctricos y electrónicos), de tal manera que “la casa” es capaz de “sentir” (detectar la presencia de personas, la temperatura, el nivel de luz, etcétera) y reaccionar por sí sola a estos estímulos (regulando el clima, la iluminación, conectando la alarma, entre otros). Al mismo tiempo que es capaz de comunicarse e interactuar con los usuarios a través de diversos medios (pantalla táctil, PC, dispositivos móviles), llegando a elevados niveles de confort, seguridad y sobre todo ahorro energético.

La historia de la domótica comprende una serie de etapas, desde los primeros protocolos orientados al “control remoto”, hasta los grandes protocolos capaces de realizar “funciones lógicas complejas”, para satisfacer las más exigentes programaciones de regulación y preparados para la verdadera revolución domótica, es decir la autorregulación.

### **1.1.4 Clasificación de la automatización en las construcciones**

#### **a) La vivienda domótica**

La vivienda domótica es aquella que integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación y de las posibilidades de entretenimiento. La domótica busca la integración de todos los aparatos del hogar de forma que todo funcione en perfecta armonía, con la máxima utilidad y con la mínima intervención por parte del usuario.

En este contexto se suele utilizar también mucho el concepto de hogar inteligente, el cual era de hecho empleado antes de usar la palabra domótica. El término inteligente se utiliza en ámbitos informáticos para distinguir aquellos equipos con capacidad autónoma de procesamiento de datos, como son las PC's, de aquellos sin esa capacidad. El problema es que el concepto de hogar inteligente ha sido muchas veces utilizado o entendido de forma equivocada, asociándose más a las soluciones futuristas que a las novedades comerciales del momento y, así, muchos constructores, en asociación con los fabricantes de equipos electrónicos y/o los operadores de telecomunicaciones, han creado exposiciones de lo que podría ser la casa del futuro, para mostrarla a todos los visitantes interesados. No obstante, este término es muy utilizado y también describe lo que es la domótica, aunque sin estar limitado a la vivienda. Últimamente, se viene utilizando ampliamente el término hogar digital, ya que es posible usar gracias a la digitalización, los nuevos equipos y/o servicios que cuentan con esta tecnología.

#### **b) El hogar digital**

La domótica también se suele asociar actualmente, sobre todo en ámbitos de telecomunicaciones, al denominado hogar digital u hogar conectado. El gran progreso tecnológico sufrido por los sistemas de telecomunicación en el desarrollo y proliferación de internet, han incrementado exponencialmente la capacidad para crear información, almacenarla, transmitirla, recibirla y procesarla. El mayor acceso a la información, ha venido además asociado a una mayor facilidad para comunicarnos, estableciendo nuevas vías de diálogo con el resto del mundo, en cualquier momento y desde cualquier lugar. Tras una etapa de introducción lenta de la tecnología digital, ahora estamos en los comienzos de una revolución de servicios para el hogar, donde las pasarelas residenciales apoyadas con conexiones de banda ancha, conectarán inteligentemente todos los dispositivos del hogar, soportando servicios interactivos y de valor añadido de diversa índole.

#### **c) Inmótica**

Se encuentra muy a menudo el término inmótica, identificado también como "*building management system*", que hace referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se equipan las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. La inmótica motiva la productividad en el trabajo al gestionar las instalaciones del edificio como una herramienta para favorecer la producción de los empleados que se encuentran en su interior.

El origen de este término, es francés, y aunque es de uso común en España, todavía no ha sido recogido por el diccionario de la Real Academia. Mientras la palabra domótica se aplica al hogar, por inmótica se entiende la incorporación de sistemas de gestión técnica automatizada a las instalaciones del sector terciario como son plantas industriales, hoteles, hospitales, aeropuertos, edificios de oficinas, parques tecnológicos, grandes superficies, universidades, instalaciones comunitarias en edificios de viviendas, etc. En realidad, los sistemas y aplicaciones inmóticas son muy similares a los de la domótica y por ello, a menudo se emplea el concepto de sistemas domóticos referidos también a este sector.

## **1.2 El protocolo X10**

X10 es uno de los protocolos más antiguos que se están usando en aplicaciones domóticas. Fué diseñado en Escocia entre los años 1976 y 1978 con el objetivo de transmitir datos por las líneas de baja tensión a muy baja velocidad (60 bps en EEUU y 50 bps en Europa) y muy bajos costos. Al usar las líneas de eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos.

El protocolo X10, en sí, no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X10 y ofrecerlos en su catálogo, pero está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseñó esta tecnología. Aunque al contrario de lo que sucede con la firma Echelon y su Neuron Chip que implementa LonWorks, los circuitos integrados que implementan el X10 tienen un royalty muy bajo (casi simbólico).

Gracias a su madurez (más de 20 años en el mercado) y a la tecnología empleada, los productos X10 tienen un precio muy competitivo, de forma que son líderes en el mercado norteamericano residencial y de pequeñas empresas (instalaciones realizadas por los usuarios finales o electricistas sin conocimientos de automatización). Se puede afirmar que el X10 es ahora mismo la tecnología más asequible para realizar una instalación domótica no muy compleja. Habrá que esperar a que aparezcan los primeros productos E.mode (easy mode) del protocolo KNX en Europa para comprobar si el X10 tendrá competencia real, por precio y prestaciones, en el mercado europeo.

### **1.2.1 Historia del protocolo X10**

Los orígenes de X10 están en la compañía llamada Pico Electronics, en Glenrothes, Escocia. Esta empresa fué fundada en 1970 por un grupo de ingenieros de General Instruments Microelectronics. Los fundadores de Pico tuvieron la idea de desarrollar una calculadora de un único chip (la mayoría de las calculadoras usaban cinco chips).

Pico pasó a desarrollar una grán gama de calculadoras que fueron fabricadas por General Microelectrics y vendidas a fabricantes como Casio, Litton y Browmar. A Pico le pagaron los derechos de patentes de sus chips pero como el precio de los mismos descendió de \$20 a menos de un dólar, se dedicaron a desarrollar productos completos y no sólo circuitos integrados.

En 1974 presentaron la idea de un cambiadiscos que seleccionaría las pistas de un Long Play (de vinilo), llamado Accutrak. El Accutrak tenía muchas características únicas, como que era teledirigido. Utilizaba un control remoto de ultrasonidos (cabe destacar que en esta época todavía no habían controles remotos en los televisores). La idea de este control remoto de Accutrak engendró la idea de controlar las luces y los electrodomésticos a través de la red eléctrica de AC con mando a distancia y así el proyecto X10 fué concebido. En la figura 1.1 se muestran los logotipos de la marca fabricante Pico electronics y de la entonces incipiente marca X10 Ltd.



**Figura 1.1 Logotipos Pico electronics y X10**

Los circuitos integrados se desarrollaron en un periodo de tres años, y se realizaron extensas pruebas en una casa. Después de numerosas pruebas se encontró que el sistema funcionaba bien durante el día, pero parecía que paraba de funcionar cuando el dueño venía a verlo por la tarde. Después de una investigación exhaustiva se descubrió que cuando todos llegaban a casa de trabajar y empezaban a poner en marcha sus electrodomésticos, el ruido en la línea AC aumentaba hasta tal punto que el sistema paraba de funcionar. Para remediarlo, los ingenieros de Pico propusieron sincronizar las transmisiones de la línea de conducción eléctrica con el punto de cruce cero de la línea AC, ya que es cuando hay menos ruido.

En 1978 se presentó X10 al público americano, donde RadioShack fué el primer cliente distribuidor. RadioShack es incluso hoy día uno de los minoristas más grandes de productos X10. Ya se mantenía una relación con BSR, tenían un buen nombre y una buena distribución, por tanto se formó otra empresa a medias con ellos y se fundó X10 Ltd. El día en que la prensa iba a anunciar la presentación del sistema todavía no se había otorgado un nombre, por tanto se acordó el nombre "El Sistema X10 BSR", el cuál más adelante fué renombrado como sistema X10 de fuente de energía.

En 1978 el sistema constaba de una consola de comandos de 16 canales, un módulo de lámpara, y un módulo para los electrodomésticos. Muy pronto se continuó con la adición de un módulo para el interruptor de pared. Un año después se presentó el primer reloj automático X10.

Actualmente, la compañía X10 desarrolla productos que van más allá del control centralizado dentro del hogar del usuario, pueden controlarse equipos desde Internet, o con controles PDA (Personal Digital Assistant); incluso se puede controlar lo que se está viendo en el televisor o saber quién está llamando a la puerta sin levantarse a verificarlo.

### **1.3 OBJETIVO**

La motivación principal para desarrollar este proyecto consiste en dar a conocer las ventajas que se pueden obtener al instalar un sistema de automatización, de manera particular el sistema X10 añadido al proyecto de construcción de una casa habitación. La idea de incluir tecnología domótica en dicha vivienda, está en otorgarle características adicionales a la construcción tales como eficiencia, confort, seguridad, sustentabilidad y plusvalía.

Por lo tanto, este proyecto presenta un conjunto de recomendaciones para facilitar la implementación y mantenimiento del sistema domótico X10, de manera concreta realizando los planos y el estudio técnico que conlleva ésta instalación domótica. En otras palabras, preparar la vivienda para que en el momento de su construcción se facilite la instalación de los dispositivos domóticos otorgando un panorama claro de su ubicación, función y alcances para asegurar su eficacia, fiabilidad y su óptimo desempeño.

### **1.4 JUSTIFICACION**

Incluir un sistema de automatización permite optimizar las tareas dentro del hogar. Además en el caso de la domótica X10, la instalación de los dispositivos no requiere de realizar obras de infraestructura para colocar cableado especial, simplemente basta con que se conectan a cualquier tomacorriente ya que dicho protocolo utiliza la red eléctrica de las viviendas para distribuir sus señales de comunicación para controlar cualquier dispositivo.

A su vez, y aprovechado que hoy por hoy podemos encontrar un ordenador en prácticamente cada casa, se pensó en utilizar esta característica como una ventaja que pudiera hacer aún más cómodo el uso del sistema y por tanto se añadió el paquete de software que permite organizar y programar las actividades a automatizar, inclusive de este modo poder comprobar los estados de los diferentes dispositivos dentro de la vivienda.

La domótica aporta a la vivienda tradicional la posibilidad de controlar y gestionar de forma eficiente los sistemas existentes y equipos ya instalados (Sistemas de alarma, TV, teléfono, agua, cocina, refrigerador, eléctrico, etc.), mediante un sistema de gestión técnica inteligente, con el objetivo de permitir una mejor calidad de vida al usuario de dicha vivienda. Algunos tópicos resaltantes en cuanto al área de actuación y funciones que cumple esta tecnología:

**Automatización y control:** Abrir, cerrar, apagar, encender además de regular dispositivos y programar otras actividades domésticas rutinarias de forma eficiente como iluminación, climatización, persianas, toldos, puertas, ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, gas, electricidad, etcétera.

**Gestión energética:** Conexión de dispositivos de calefacción y aire acondicionado según criterios de ahorro y confort, complemento de control de toldos y persianas para aprovechamiento de las energías naturales, control de alumbrados, racionalización de cargas eléctricas.

Seguridad: Vigilancia automática de personas, bienes, siniestros y averías, alarmas de intrusión y cámaras de vigilancia, alarmas personales, alarmas técnicas de incendio, humo, agua, gas, fallas de suministro eléctrico.

## 1.5 ESTRUCTURA DE LA TESIS

En este apartado se va a detallar cómo está dividido el contenido de la tesis y cuáles son los aspectos más significativos que se van a detallar en cada capítulo, y de este modo ofrecer una visión global de lo que en el presente documento se explica.

La tesis está dividida en 6 capítulos principales los cuales contienen diversos subtemas afines al tema principal de cada unidad. A continuación se detalla lo que contiene cada uno:

- En el primer capítulo, se da una breve introducción de las bases del proyecto así como una visión general de lo que es la domótica y la tecnología X10. Además de la motivación que ha llevado a desarrollar este trabajo así como los objetivos fijados.
- En el capítulo 2 se realiza un estudio acerca de los protocolos de instalación domótica. Aquí se profundiza acerca de las diversas marcas desarrolladoras de esta tecnología y de los sistemas existentes tales como KNX, Lonworks, X10 entre otros.
- En el tercer capítulo se detalla el software utilizado para el control del sistema de domótica X10. Dichas plataformas virtuales fungen como interfáz de comunicación con los dispositivos X10, siendo el más importante el programa Active Home Pro. El objetivo de este capítulo es conocer el funcionamiento, aplicación y posibilidades que brindan dichos programas en el uso del sistema domótico.
- En el capítulo 4 se presenta la gama de equipos *Home Automation X10* diseñados para automatizar los diferentes espacios. Éste capítulo detalla el funcionamiento, así como las ventajas y desventajas de cada módulo de los 10 tipos disponibles.
- En el capítulo 5, se explican los detalles del proyecto de la casa muestra, la implementación real del sistema, herramientas y equipos utilizados, el espacio requerido para la instalación de los equipos, así como también la estructura técnica que se debe cumplir para realizar una instalación domótica.
- En el capítulo 6 se brindan las conclusiones y los trabajos futuros a realizar. Aquí se incluyen todos los resultados de las pruebas así como la demostración del funcionamiento del sistema desarrollado, además de agregar observaciones al respecto y recomendaciones para mejorar el proyecto.
- Finalmente en el capítulo 7 esta la bibliografía y otras fuentes de información consultadas, además de información importante añadida como anexos.

## Capítulo 2

# PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN DOMOTICA

### Introducción

En un sistema domótico la interacción con el entorno físico del sistema es un factor muy importante. En el desarrollo de un sistema domótico es necesario establecer mecanismos para que pueda extraer información del entorno y realizar acciones sobre él. Por otra parte, hay que destacar que un aspecto importante de los sistemas domóticos es la integración de los distintos tipos de servicios que debe ofrecer (automatización, seguridad, comunicaciones, multimedia, etcétera). Y para ello se valdrá tanto de elementos hardware (sensores, actuadores, cableado) como de software (control a distancia, programación, mensajería electrónica). Por todo esto, es necesario un lenguaje de modelado específico que tenga en cuenta estas características y suministren a los usuarios un sistema mediante el cual se proporcionen de forma cómoda, eficiente y económica solución a sus necesidades.

### 2.1 Tipos de protocolos

No se puede entender la domótica sin conocer el protocolo de comunicaciones como lenguaje de comunicación del sistema domótico. Hay dos tipos de protocolos que comunican los diversos dispositivos que componen la red domótica.

- Propietarios o cerrados: Son protocolos específicos de una marca en particular y que solo son usados por dicha marca. Pueden ser variantes de Protocolos Estándar.

Son protocolos cerrados de manera que sólo el fabricante puede realizar mejoras y fabricar dispositivos que “hablen” el mismo idioma. Esto protege los derechos del fabricante, pero limita la aparición de continuas evoluciones en los sistemas domóticos, con lo que, a medida que los sistemas con protocolo estándar se van desarrollando, van ganando cuota de mercado a los sistemas de protocolo propietario.

Otro problema que tienen es la vida útil del sistema domótico, en un sistema propietario que depende en gran medida de la vida de la empresa y de la política que siga, si la empresa desaparece, el sistema desaparece y las instalaciones se quedan sin soporte ni recambios.

- Estándar o Abiertos: Son protocolos definidos entre varias compañías con el fin de unificar criterios.

Son abiertos (open systems), es decir, que no existen patentes sobre el protocolo de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación.

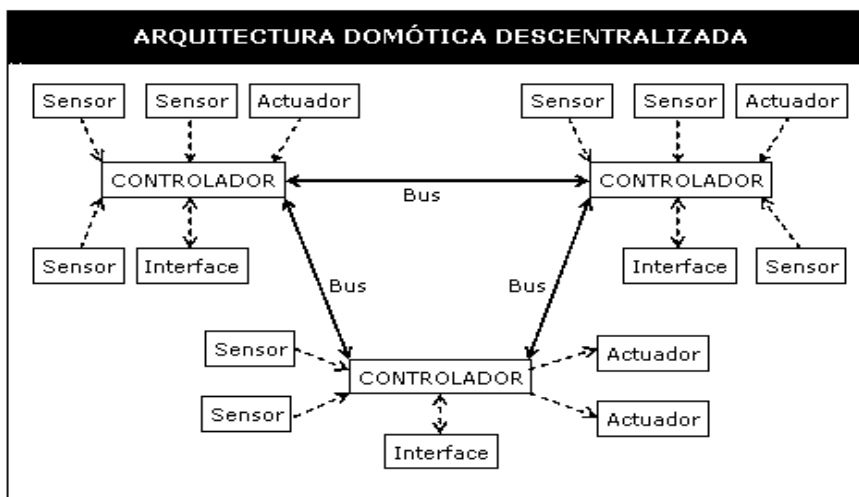
En un sistema estándar, si una empresa desaparece o deja de sacar productos al mercado, no afecta demasiado ya que hay otros productos en el mercado que cubren ese hueco. Los protocolos estándar para aplicaciones domóticas más extendidos en la actualidad son KNX, Lonworks y X10.

## 2.2 Arquitectura de los sistemas de domótica

En el mercado de la domótica actual elegir un sistema domótico adecuado comprometer analizar distintas variables, ya que existen multitud sistemas domóticos y de control de diferentes marcas y protocolos pero si hay algo de lo que se pueden diferenciar claramente entre ellos es su tipo arquitectura, la cual especificará el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar y como van a funcionar, dado que será muy importante elegir adecuadamente el sistema domótico a instalar en cada ocasión, donde cada una tiene sus requerimientos específicos.

### 2.2.1 Arquitectura distribuida o descentralizada

Los sistemas de arquitectura distribuida se caracterizan por que cada dispositivo tiene un pequeño procesador propio que gestiona la información que le ha sido pre-programada por el fabricante en forma de programa de aplicación para ciertas funciones específicas, y actúa según analice la información que le entre por el bus de datos, donde se interconecta con los demás dispositivos donde se envían información entre todos ellos, tanto las entradas (sensores, pulsadores, interfaces, etcétera) como las salidas (actuadores dimmers, relés, persianas, etcétera). Este tipo de arquitectura es muy utilizada también en sistemas inalámbricos. La figura 2.1 muestra la estructura de instalación para una arquitectura domótica sin un controlador único.



**Figura 2.1** Arquitectura domótica distribuida

### **a) Ventajas**

La característica de este sistema es que cada dispositivo tiene una autonomía propia, lo cual le proporciona una gran seguridad al sistema, coloquialmente diríamos que hacemos un reparto de responsabilidad, pudiendo caerse partes del sistema y seguir funcionando otras. Otra ventaja de estos sistemas es que son ideales para instalar en cualquier espacio, ya que por su tipo de arquitectura podemos distribuir la instalación no estando obligados a llevar todo el cableado o modificar la instalación, simplemente basta con conectar y redireccionar.

### **b) Desventajas**

Al tener la inteligencia repartida por pequeños dispositivos en pequeños procesadores que sólo acometen sus pequeñas funciones en su programa de aplicación, no podemos obtener gran potencia del sistema, y para cualquier cosa de una muy simple lógica como por ejemplo encender una lámpara y un aparato con el mismo módulo, habrá que comprar módulos para cada una de esas tareas. También al estar pre-programados para funciones específicas no suelen ser demasiado flexibles a la hora de programar, ya que cada módulo está diseñado para cumplir exclusivamente con esas tareas.

### **c) Marcas y protocolos**

Hay que decir que este tipo de arquitectura es la utilizada por excelencia en los sistemas estándar, aunque también la utilizan muchos sistemas propietarios. Ejemplo de marcas o protocolos que utilizan esta arquitectura son los que muestra la figura 2.2.



**Figura 2.2 Marcas de sistemas domóticos distribuidos**

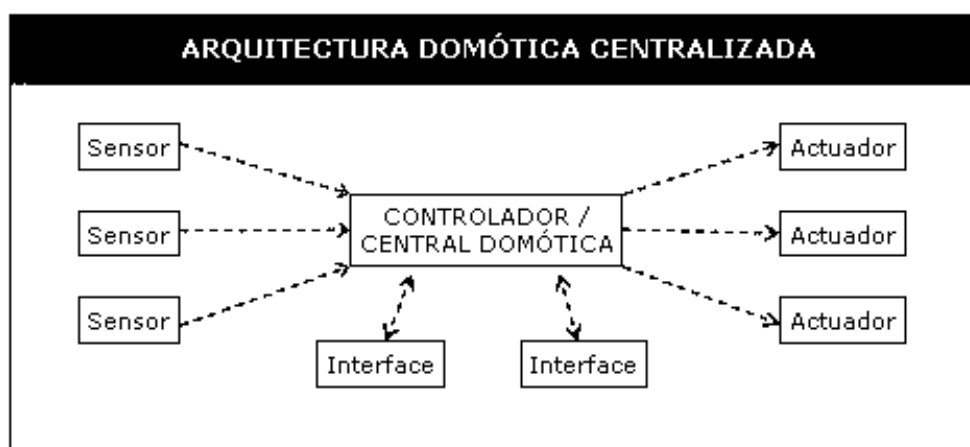
### **d) Mejor ámbito de aplicación**

Los sistemas que utilizan la arquitectura distribuida son idóneos en instalaciones en las cuales queremos obtener una robustez del sistema, ya que distribuye la inteligencia por los distintos dispositivos pero sin muchas exigencias a nivel de integración avanzada por ejemplo edificios públicos, bancos, etcétera. O también en pequeñas instalaciones donde no sea rentable invertir en un control maestro de un sistema centralizado, como pueden ser pequeñas viviendas o pequeñas salas de conferencias.

También son ideales para principiantes quienes quieren adentrarse, ya que pueden empezar una instalación con una mínima inversión e ir ampliando poco a poco según sus gustos y necesidades.

### 2.2.2 Arquitectura centralizada

La arquitectura centralizada es aquella en la cual un controlador (*central-master* o *master controller*) recibe información de todos los dispositivos del sistema (sensores, actuadores, interfaces) y gestiona toda la información, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores y sus interfaces. El control maestro es el cerebro y corazón de toda la instalación. La figura 2.3 muestra la estructura de instalación para una arquitectura domótica que cuenta con un controlador central del sistema.



**Figura 2.3 Arquitectura domótica centralizada**

#### a) Ventajas

La característica más importante de este tipo de sistemas es su potencia e inteligencia ya que suele ir administrada por procesadores muy potentes, ideal para integraciones de gran complejidad y donde tenemos que convivir con diferentes sistemas donde tendremos que procesar gran cantidad de información a alta velocidad. Este tipo de sistemas son los favoritos de los grandes integradores por su versatilidad a la hora de integrar y flexibilidad de programación haciendo posible los deseos de los clientes más exigentes.

#### b) Desventajas

Al ser un sistema centralizado toda la responsabilidad del sistema recae en el control maestro, en cuya falta todo deja de funcionar. Pero este es un problema que lo tienen también los sistemas distribuidos, porque si se le cae la fuente de energía que alimenta al bus tienen el mismo problema, se cae todo el sistema.

### c) Marcas y protocolos

Esta arquitectura es la más utilizada por los sistemas propietarios donde las marcas desarrollan sus propios protocolos y desarrollan los últimos avances a gran velocidad sin ataduras de grandes alianzas. La figura 2.4 muestra algunas de las marcas que basan su funcionamiento en esta arquitectura.



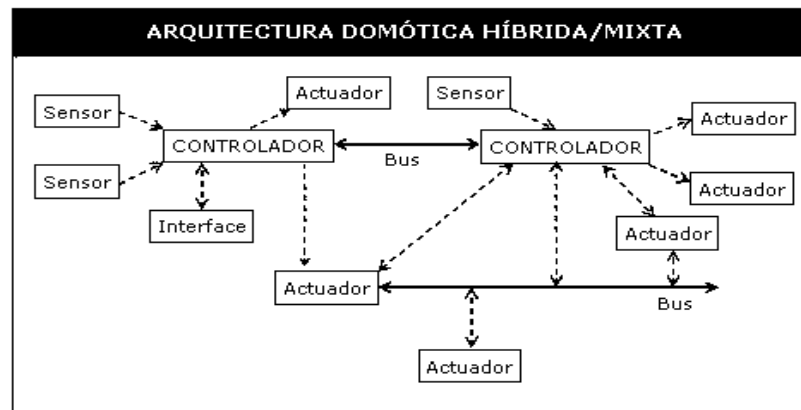
**Figura 2.4 Marcas de sistemas domóticos centralizados**

### d) Mejor ámbito de aplicación

Los sistemas que utilizan la arquitectura centralizada son ideales para instalaciones de una magnitud con mayor estilo como hoteles o villas de lujo donde los clientes son muy exigentes y es necesario interactuar con sistemas de seguridad, audio-video, climatización avanzada, controles de acceso, entre otros. También son los mejores para hacer integraciones audiovisuales (home theatre, centros culturales) y donde hay exigencias muy técnicas y donde se tienen que procesar gran cantidad de datos como en centros de control o instituciones gubernamentales.

### 2.2.3 Arquitectura Mixta

Utilizar sistemas mixtos puede ser una visión acertada para implementar una instalación domótica, ya que se pueden aprovechar las mejores características de cada sistema, y de paso economizar la instalación. Además es posible hacer una base robusta con estándares como knx y después potenciar a nivel máximo la integración con sistemas de control potentes estilo Amx-RTI-Crestron, siempre y cuando el integrador sea el mismo en ambos lados. La figura 2.5 muestra la estructura de instalación para una arquitectura domótica que cuenta con un sistema combinado.



**Figura 2.5 Arquitectura domótica mixta**

### **a) Ventajas**

De esta manera se podrán utilizar las mejores características de cada una de las arquitecturas en donde el resultado será de una cobertura total del sistema domótico. Además al utilizar en combinación las arquitecturas de instalación se pueden contar con equipos de distintas marcas y protocolos de funcionamiento trabajando en conjunto.

### **b) Desventajas**

Al acoplar distintos sistemas de diferentes arquitecturas implica buscar la manera de conectar los módulos de manera que funcionen armónicamente, lo que supondría utilizar accesorios extras para lograr dicho ensamble.

### **c) Mejor ámbito de aplicación**

Los sistemas que utilizan la arquitectura mixta son idóneos en lugares donde se requiera la robustez de la arquitectura distribuida, la velocidad y control de la arquitectura centralizada. Lugares donde convendría utilizar esta arquitectura serían por ejemplo en clubes sociales, residencias con grandes áreas verdes o en lugares que cuenten con áreas de recreación y para eventos sociales así como de hospedaje.

## **2.3 Principales sistemas de domótica comerciales**

Existen multitud de tipos de sistemas de domótica en la actualidad. Los más utilizados y conocidos en la actualidad son:

- Domótica por bus de par trenzado (2 cables)
- Por radiofrecuencia (sin cables)
- A través de la propia línea de fuerza de la casa (tipo powerline o X10), donde no hay cables nuevos sino que se transmite la información por los cables existentes de baja tensión de la vivienda).

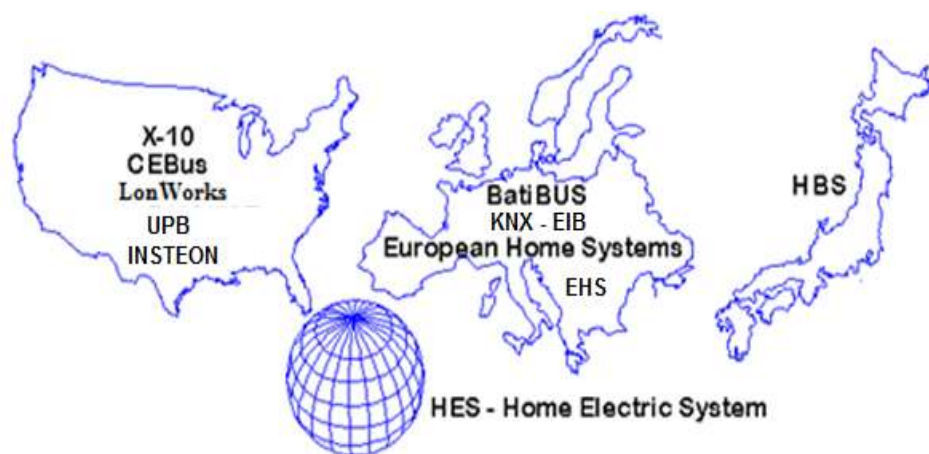
La recomendación ante estos sistemas es el bus por par trenzado. Es el más robusto, pero no es el más barato, en comparación al sistema con radiofrecuencia donde se ahorra todo el cableado, pero la fiabilidad es menor. De la misma forma pasa en el caso de los sistemas de corrientes portadoras donde se aprovechan los cables ya existentes, pero depende del buen estado del cableado y del suministro permanente de electricidad.

No obstante en el caso de radiofrecuencia, a veces la transmisión por esta vía no es del todo fiable, pudiendo perderse algo de información por obstáculos en la transmisión por la disposición de paredes en la vivienda por ejemplo. Además otra desventaja es que estos aparatos suelen llevar la alimentación por pilas, que suelen ofrecer de 3 años de duración, considerando que puede llegar a ser una incomodidad el tener que cambiar las pilas a todos los equipos cada cierto tiempo.

La distribución por el cable de fuerza de momento parece ser que no es fiable del todo, ya que en la propia línea de baja tensión es común que haya problemas de distorsión por picos de tensión o similares. Además, estos problemas se añaden a la transmisión por esos cables. Sin embargo la transmisión por par trenzado utiliza un bus de 2 cables exclusivo para la información utilizada y por esos mismos cables llega la alimentación de los aparatos (28V), con las ventajas de fiabilidad que esto conlleva.

Algunas de los protocolos más usados en las instalaciones domóticas actuales son el EIB-KNX, Lonworks y x10, además de los wireless Zig bee y Z-wave. Pero hay otros como C-bus, UPB e insteon que también forman parte de esta gama.

En la figura 2.6, se muestra la distribución en el mundo para dichos estándares usados en las instalaciones domóticas actuales, y en la tabla 2.1 se detallan algunas características de ellos.



**Figura 2.6 Principales protocolos de comunicación domótica en el mundo**

**Tabla 2.1 Comparativa entre los protocolos más populares**

| Protocolo | Red electrica | Radiofrecuencia | Código abierto?        | Necesita cableado neutral?    |
|-----------|---------------|-----------------|------------------------|-------------------------------|
| KNX       | sí            | sí              | si, aunque no gratuito | no                            |
| X10       | sí            | sí              | sí                     | no                            |
| C-Bus     | no            | sí              | sí                     | no (usa cable UTP)            |
| UPB       | si            | no              | no                     | no                            |
| Insteon   | sí            | sí              | sí                     | generalmente                  |
| Zigbee    | no            | sí              | sí                     | no                            |
| Z-Wave    | no            | sí              | no                     | generalmente usa lista Z-wave |

Los que tienen mayor presencia en el Mercado son X10 y KNX

### 2.3.1 Protocolo EIB (Bus de Instalación Eléctrica)

El *European Installation Bus* o EIB es un sistema domótico desarrollado bajo los auspicios de la Unión Europea con el objetivo de contrarrestar las importaciones de productos similares que se estaban produciendo desde el mercado japonés y el norteamericano, países donde estas tecnologías se encontraban desarrolladas.

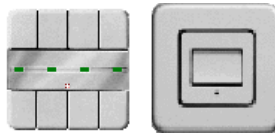
El objetivo era crear un estándar europeo, con el suficiente número de fabricantes, instaladores y usuarios, que permita comunicar a todos los dispositivos de una instalación eléctrica como contadores, equipos de climatización, de custodia y seguridad, de gestión energética y electrodomésticos.

El EIB está basado en la estructura de niveles OSI (*Open Systems Interconnection*), interconexión de sistemas abiertos y tiene una arquitectura descentralizada. Este estándar europeo define una relación extremo a extremo entre dispositivos que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda.

El EIB es un sistema que sirve para controlar los servicios eléctricos del sector de la edificación como departamentos, viviendas unifamiliares, residencias, etcétera.

#### a) ¿Cómo funciona?

Las instalaciones eléctricas con el Bus europeo EIB no difieren en su funcionamiento, desde el punto de vista del usuario, de las instalaciones convencionales. El usuario encontrará unas “llaves” para encender y apagar las luces como las tradicionales, en ambos casos miden aproximadamente 80 x 80 mm, las diferencias que hay son de tipo tecnológico y de servicios.



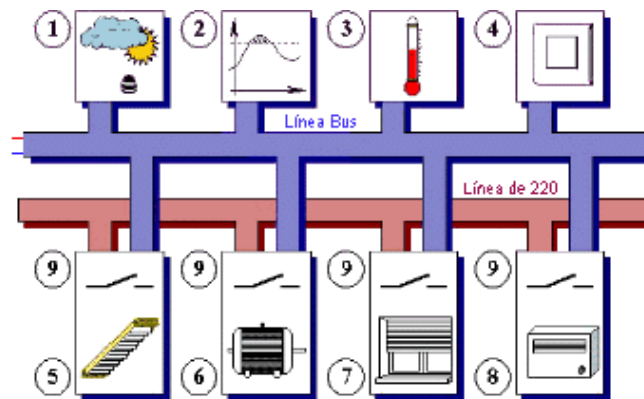
**Figura 2.7 “Llaves” del sistema EIB**

En la figura 2.7 se observa como la “llave” de la izquierda, del sistema EIB, tiene 8 pulsadores y tiene las mismas dimensiones que la “llave” de la derecha, el cual corresponde a un sistema domótico convencional. La diferencia entonces resulta visible, 8 servicios del sistema EIB frente a 1 del sistema convencional.

Además los pulsadores del sistema EIB permiten la pulsación larga o la pulsación corta que significa, 16 servicios en la misma “llave”. También se pueden mantener los pulsadores oprimidos para facilitar otro servicio muy importante como puede ser la regulación de luminosidad en las lámparas o la subida/bajada de persianas, etcétera.

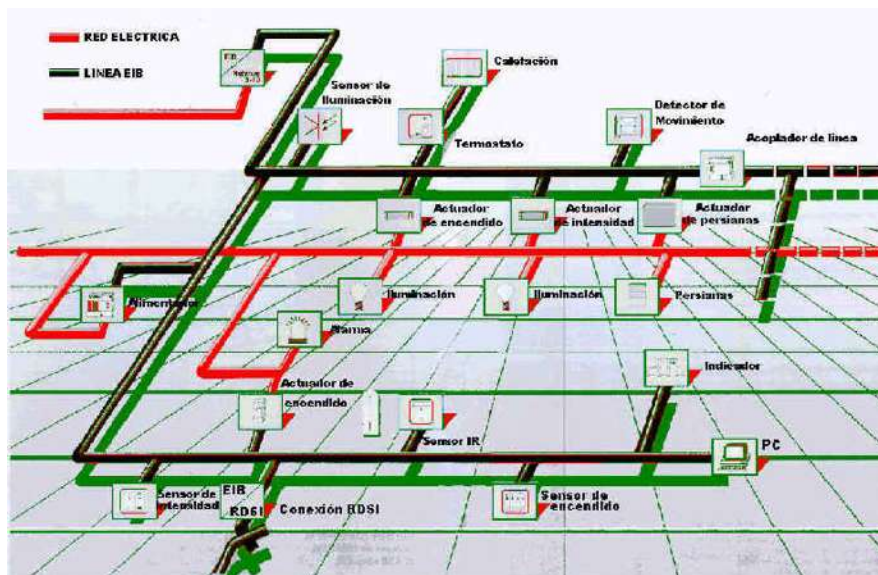
En la figura 2.8 se esquematiza la red de control para el protocolo EIB. Cuando se cierra un interruptor de 120V en el sistema convencional, la corriente eléctrica circula por los cables y el propio interruptor llegando hasta el elemento a poner en marcha, por ejemplo

una lámpara. En el sistema EIB cuando se oprime uno de los pulsadores la "llave" emite información en forma de tensión eléctrica de 24V, esta información llamada "telegrama" es recogida, por ejemplo, por la lámpara que se enciende o se apaga según las necesidades.



**Figura 2.8 Sistemas de control distribuidos en red para el protocolo EIB**

### b) Estructura del sistema EIB



**Figura 2.9 Esquema de la estructura del sistema EIB**

En la figura 2.9 se aprecia el diagrama extendido de la estructura del sistema EIB donde se detallan los puntos de conexión que hay entre la línea de la red eléctrica y la línea de interruptores y sensores EIB.

Las principales características del sistema EIB son las siguientes:

- Todos los elementos EIB pueden comunicarse entre sí, sin que se tenga en cuenta la marca o fabricante del elemento.

- Todas las señales de mando recibidas del sensor son enviadas al actuador correspondiente a través de la línea del bus (cable de dos hilos), ejecutando la orden el actuador correspondiente.
- La estructura del bus permite la unión de hasta 64 elementos EIB en una línea.
- Mediante los acopladores de líneas se pueden unir hasta 12, para obtener 256 direcciones o más de 1000 metros de cable de bus, cubriendo un área.
- Los avisos importantes son considerados prioritarios, lo que garantiza un rápido procesamiento, las prioridades, las direcciones o funciones, pueden introducirse mediante aparato manual de programación o mediante PC.

Las ventajas que ofrece el sistema EIB son:

Ahorro de tiempo: La planificación e instalación realizada con ayuda de un software específico posibilita una sensible reducción de costos, gracias a la reducción de la cantidad de cables y a la sencilla instalación de los mismos, los tiempos de montaje se reducen.

Disminución de los cortes de utilización: Un sistema formado por componentes compatibles entre sí garantiza una comunicación sin interferencias. El óptimo control de los componentes orientado a las necesidades existentes, garantiza la utilización racional de la energía.

Flexibilidad: La ampliación o modificación de funciones se realiza mediante una sencilla reprogramación de los actuadores y sensores, o mediante la ampliación de la instalación bus existente. No es necesaria la modificación del cableado.

Respetuoso con el medio ambiente:

- Aprovechamiento óptimo de energía.
- Máxima efectividad.
- Mejora los recursos existentes y ahorra dinero.

Garantía de futuro: La normativa EIB garantiza un 100% de compatibilidad con futuros productos para posteriores ampliaciones. Este sistema es el elegido por las principales empresas en Europa. También queda garantizada la conexión a otros sistemas.

Estándar europeo: Todos los productos EIB garantizan una compatibilidad total con los estándares usados en Europa.

### **2.3.2 KNX**

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

Para los miembros de la KNX Association el sistema está a su disposición gratis, además puede ser implementado sobre cualquier plataforma de microprocesador. Todos los productos que deseen llevar el logo KNX son certificados para garantizar la compatibilidad e interoperabilidad del sistema.

La herramienta software ETS permite proyectar, diseñar y configurar todos los productos certificados KXN. Dicha herramienta es además independiente del fabricante, el integrador de sistemas podrá combinar los productos de varios fabricantes en una instalación.

Las ventajas que ofrece el sistema KNX son:

KNX es el único estándar mundial para el control de viviendas y edificios con:

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

KNX está aprobado como:

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

#### **a) KNX soporta diferentes modos de configuración**

KNX ofrece diferentes niveles de configuración para la realización de sus proyectos vía E-mode, donde diseñadores no calificados podrán diseñar proyectos, ó vía S-mode, en el cual los integradores podrán realizar instalaciones sofisticadas. Los diferentes modos de configuración se detallan a continuación:

- **Easy installation (E-mode):** La configuración es hecha sin el uso de un ordenador pero sí necesita de algún controlador central. La compatibilidad de los productos E-mode normalmente tiene limitada su funcionalidad y ha sido pensada para instalaciones de tamaño medio.
- **System installation (S-Mode):** El diseño de la instalación y la configuración es hecha a través de un ordenador con el software ETS, a través del cual se usa la base de datos del producto de cada fabricante. S-mode está pensado para integradores de sistemas certificados y para grandes instalaciones.

## b) KNX soporta diferentes medios de comunicación

Cada medio de comunicación puede ser usado en combinación con uno o más modos de configuración, lo que permite a cada fabricante elegir la combinación perfecta para su segmento de mercado y aplicaciones.

- **Par trenzado (KNX TP):** KNX es transmitido a través de un cable bus separado con una estructura jerarquizada en líneas y áreas.
- **Corrientes portadoras (KNX PL):** KNX es transmitido sobre la red eléctrica existente.
- **Radio frecuencia (KNX RF):** KNX es transmitido por señales de radio. Estos dispositivos pueden ser unidireccionales o bidireccionales.
- **IP/Ethernet (IP KNX):** Este medio de comunicación puede ser usado en conjunción con las especificaciones 'KNXnet/IP', que permiten enviar tramas KNX encapsuladas en tramas IP.

Este estándar se fundamenta en más de 20 años de experiencia en el mercado, que incluye a sus predecesores EIB, EHS y BatiBUS. Más de 300 compañías miembros por todo el mundo de diversas aplicaciones cuentan con casi 7000 grupos de productos certificados KNX en sus catálogos. KNX Association tiene acuerdos de asociados con más de 35000 compañías instaladoras en 120 países, más de 90 universidades, así como más de 250 centros de formación.

En 1997 estos tres consorcios decidieron unirse con el fin de desarrollar conjuntamente el mercado del hogar inteligente, acordando estándares industriales comunes que también podrían ser propuestos como estándar internacional. La especificación KNX fue publicada en primavera de 2002 por la recién establecida KNX Association. La especificación está basada en la especificación de EIB completada con los mecanismos de configuración y medios físicos nuevos originalmente desarrollados por BatiBUS y EHS. La figura 2.10 ilustra esta fusión.



**Figura 2.10 Convergencia de Batibus, EIB y EHS que conforman el protocolo KNX**

### 2.3.3 LONWORKS

Echelon presentó la tecnología LonWorks en el año 1992, desde entonces multitud de empresas vienen usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y de automatización. Lonworks es un protocolo diseñado para cubrir los requisitos de la mayoría de las aplicaciones de control edificios de oficinas, hoteles, transporte, industrias, monitorización de contadores de energía, alumbrado público, viviendas, etcétera.

La utilidad de LonWorks por más de 1000 fabricantes y el éxito que ha tenido en instalaciones en las que impera la fiabilidad y robustez, se debe a que desde su origen ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo a extremo (peer to peer), que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados en la vivienda y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.

Su arquitectura es un sistema abierto a cualquier fabricante que quiera usar esta tecnología sin depender de sistemas propietarios, permitiendo reducir los costos y aumentar la flexibilidad de la aplicación. Aunque Echelon fué el promotor de la tecnología en la actualidad la asociación que toma las decisiones sobre normalización y certificación es LonMark Internacional.

#### **a) Conceptos Básicos sobre LonWorks.**

Cualquier dispositivo LonWorks, o nodo, está basado en un microcontrolador llamado Neuron Chip que actualmente fabrican Toshiba y Cypress. El diseño inicial del Neuron Chip y el protocolo LonTalk fueron desarrollados por Echelon en el año 1990. Actualmente toda la información para implementar LonWorks en otro chip esta publicada en medios oficiales pero al estar la familia Neuron Chips adaptada y dimensionada exclusivamente para este objetivo los fabricantes que eligen otras opciones son muy escasos (chips sobredimensionados encarecerán los equipos).

Del Neuron Chip se destaca que:

- Tiene un identificador único, el Neuron ID, que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control LonWorks. Este identificador, con 48 bits de ancho, se graba en la memoria EEPROM durante la fabricación del circuito.
- Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros.
- El firmware que implementa el protocolo LonTalk, proporciona servicios de transporte y routing extremo a extremo. Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que intercambian los nodos.

Los datos pueden tener dos formatos, un mensaje explícito o una variable de red. Los mensajes explícitos son la forma más sencilla de intercambiar datos entre dos aplicaciones residentes en dos Neuron Chips del mismo segmento LonWorks. Por el contrario, las variables de red proporcionan un modelo estructurado para el intercambio automático de

datos distribuidos en un segmento LonWorks. Aunque son menos flexibles que los mensajes explícitos, las variables de red evitan que el programador de la aplicación distribuida esté pendiente de los detalles de las comunicaciones.

### **2.3.4 X10**

#### **a) ¿Qué es el protocolo X10?**

El protocolo X10 es un estándar de automatización utilizado para comunicar y controlar dispositivos como luces y electrodomésticos en el hogar. Por lo tanto, se puede afirmar que el X10 es la tecnología más accesible para realizar una instalación domótica no muy compleja.

X10 es el primer protocolo usado en aplicaciones domóticas y sigue siendo el más difundido. Fue diseñado Pico Electronics en Glenrothes, Escocia entre los años 1975 y 1976, con el objetivo de transmitir datos por las líneas de baja tensión a muy baja velocidad (50 / 60 bps) y costos muy bajos.

Al usar las líneas de eléctricas de la vivienda, no es necesario tender nuevos cables para conectar dispositivos. El protocolo X10 no es propietario, es decir, cualquier fabricante puede producir dispositivos X10 y ofrecerlos en su catálogo, aunque está obligado a usar los circuitos del fabricante escocés que diseñó esta tecnología y los circuitos integrados que implementan el X10 tienen un royalty muy bajo (casi simbólico).

La filosofía para los productos X10 y compatibles, es la interrelación y compatibilidad. Es decir, equipos instalados hace más de 20 años siguen funcionando con la gama actual. El sistema X10 ha sido desarrollado para ser flexible ya que se puede empezar con un producto en particular, por ejemplo un mando a distancia, y luego expandir el sistema para incluir la seguridad o el control con el ordenador, con componentes fáciles de instalar y que no requieren cableados especiales.

#### **b) ¿Qué son las corrientes portadoras?**

Un sistema de corrientes portadoras sobre la red eléctrica, se caracteriza porque la instalación eléctrica del edificio es el soporte y el medio de comunicación del sistema. El sistema de corrientes portadoras trabaja tanto en redes de corriente alterna monofásica como trifásica.

También se caracteriza por:

- Ser un sistema descentralizado; configurable; no programable.
- De instalación sencilla (conectar y funcionar).
- De fácil manejo por el usuario.
- Compatibilidad casi absoluta con los productos de la misma gama, obviando fabricante y antigüedad.
- Flexible y ampliable.

Este sistema permite accionamiento y control a distancia de las cargas, desde varios puntos del sistema.

### c) ¿Cómo comunican?

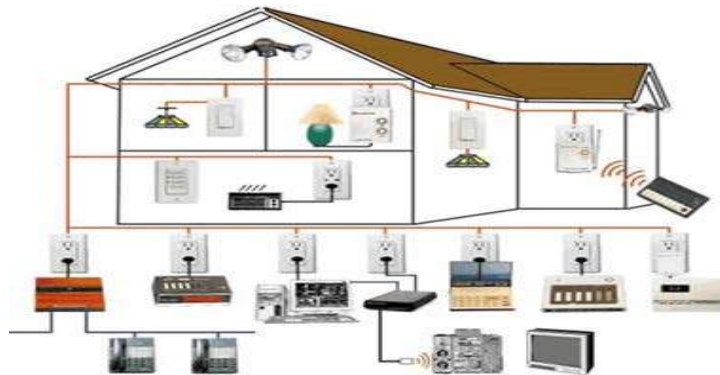
El formato de codificación X10 es un estándar usando transmisión de corrientes portadoras PLC. Se introdujo en 1978 para el Sistema de Control del Hogar de Sears y para los sistemas Plug'n Power de Radio Shack.

Desde entonces, X10 ha desarrollado y manufacturado versiones originales de su sistema de control del hogar para muchas compañías incluyendo Leviton Manufacturing Co., Stanley Health / Zenith Co., Honeywell, Norweb y Busch Jaeger.

Todos estos sistemas utilizan el formato de codificación X10. Todos son compatibles y virtualmente cualquier sistema para el hogar sin cableados utiliza X10 con módulos PLC.

La red eléctrica del inmueble es la base de todo el sistema de corrientes portadoras, siendo el elemento básico y fundamental de ésta técnica aprovechando doblemente la instalación eléctrica ya existente, es decir como conductor de energía y como canal de información. El sistema de corrientes portadoras trabaja tanto en redes de corriente alterna monofásica como trifásica.

La figura 2.11 muestra que con los componentes X10 conectados a la red, además del suministro de corriente, el cableado se encarga también de la transmisión de señales de mando para los diversos aparatos eléctricos. Con ello se pueden enviar señales de corrientes portadoras a cualquier punto de la instalación que se desee, permite el accionamiento a distancia y por control remoto de diversos receptores eléctricos, desde uno o varios puntos, y a su vez puede solicitarse desde dicho punto las informaciones pertinentes.

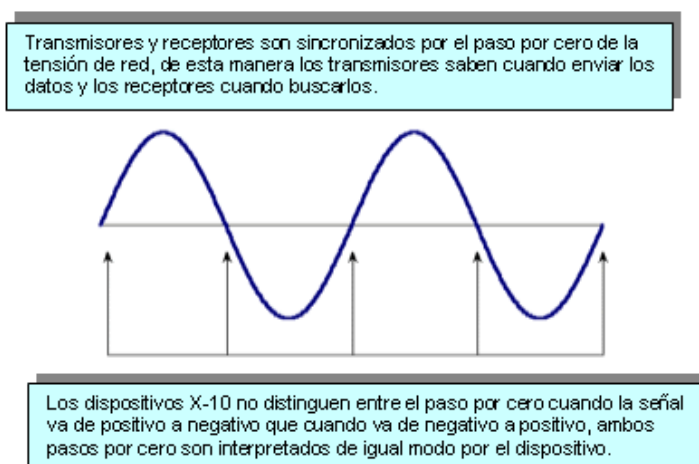


**Figura 2.11 Ejemplo de una instalación X10**

Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de ráfagas de pulsos de RF de 120 kHz durante 1 ms que representan información digital. Estos pulsos se sincronizan en el punto de cruce por cero de la señal de red (50 Hz ó 60 Hz). Como lo describe la figura 2.12, con la presencia de un pulso en un semiciclo y la ausencia del mismo en el semiciclo

siguiente se representa un '1' lógico y a la inversa se representa un '0'. A su vez, cada orden se transmite 2 veces, con lo cual toda la información transmitida tiene redundancia

La transmisión completa de un código X10 involucra 11 ciclos de red (220 ms para 50 Hz y 183,33, para 60Hz). Los dos primeros ciclos representan el Código de Inicio. Los cuatro siguientes ciclos representan el Código de Casa (letras A-P), los siguientes cinco representan o el Código Numérico (1-16) o bien el Código de Función (Encender, Apagar, Aumento de Intensidad, etcétera).



**Figura 2.12 Sincronización con el paso por cero**

El código de control puede ser o una dirección de unidad o un código de comandos dependiendo de si el mensaje es una dirección o un comando. Las tablas 2.2 y 2.3 muestran los valores de los códigos de casa y control.

**Tabla 2.3 Direcciones para los códigos de casa**

| Dirección de casa | Código de casa |    |    |    |
|-------------------|----------------|----|----|----|
|                   | H1             | H2 | H4 | H8 |
| 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  |

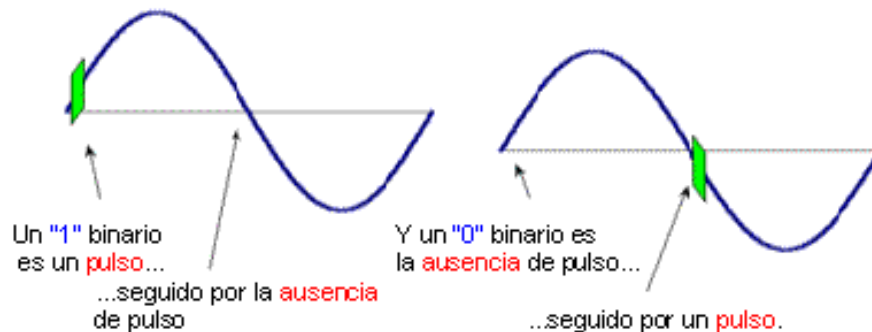
**Tabla 2.4 Direcciones para los códigos de unidad y comandos**

| 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 (Analogico) (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      |

De acuerdo a las tablas 2.2 y 2.3, algunas condiciones para la transmisión de las señales son:

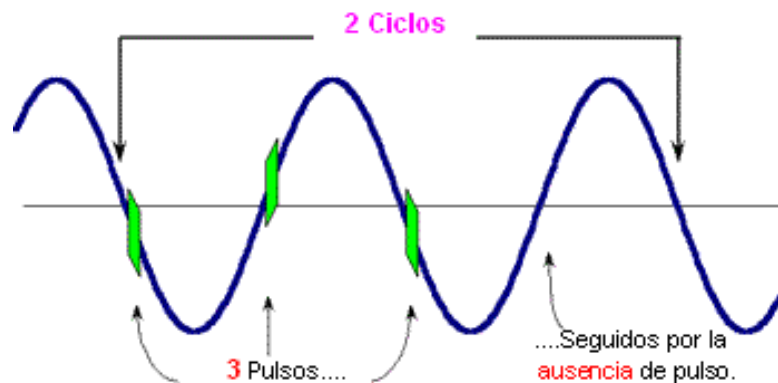
- (1) La petición de saludo se transmite para ver si existen otros transmisores X10 dentro del rango de escucha. Esto permite al OEM asignar un Código de Casa diferente si se recibe un mensaje de aceptación de saludo.
- (2) En una instrucción de atenuación preestablecida, el bit D8 representa el bit más significativo del nivel. H1, H2, H4 y H8 representan los bits menos significativos.
- (3) El código de datos extendidos se sigue de bytes que pueden representar información analógica (después de una conversión A/D). No debe haber separación entre los bytes de datos, ni entre el código de datos extendidos y datos reales. El primer byte se puede utilizar para indicar cuántos bytes de información le seguirán.
- (4) El código extendido es similar a los datos extendidos, bytes que siguen al código extendido (sin separación entre bytes) pueden representar códigos adicionales. Esto permite al diseñador expandirse más de los 256 códigos actualmente disponibles.

Al transmitir el código de la tabla 2.2 y la tabla 2.3, 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 figura 2.13).



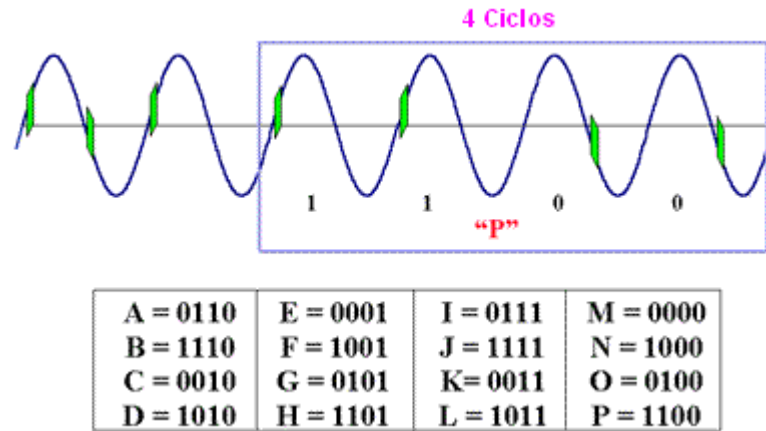
**Figura 2.13 Codificación de bits en X10**

Un "1" binario del mensaje se representa por un pulso de 120 Khz durante 1 ms, 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 120 Khz. Un mensaje completo en X10 está compuesto por el código de 4 bits de comienzo (1110), seguido por la letra de la casa y por un código de control. El código de comienzo es el único que no se envía de forma complementaria, es decir se envía en cada trama de información generada. La figura 2.14 detalla la señal que genera esta orden.



**Figura 2.14 código de comienzo**

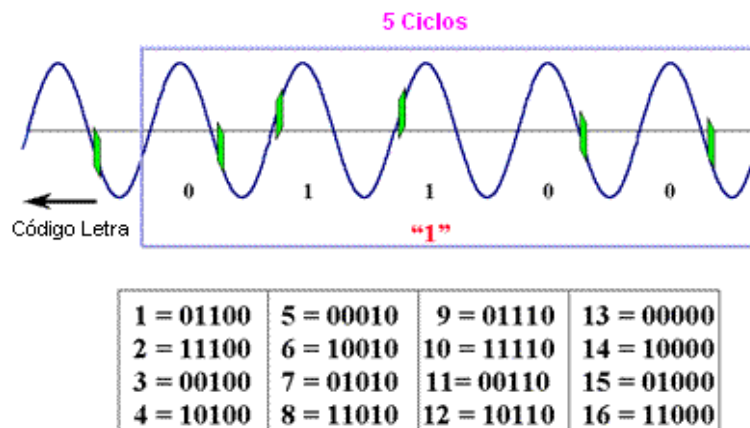
Inmediatamente después del código de comienzo se transmite la dirección de casa o letra según se muestra en la figura 2.15.



**Figura 2.15 código con la dirección de la casa**

Después de enviar el código de casa, se envía la dirección de unidad o número, formado por cuatro bits y la última columna llamada sufijo, este bit se utiliza para que el código de control represente una dirección de unidad o una orden de comando. Como lo muestra la figura 2.16, este sufijo será cero si se quiere mandar una dirección de unidad y uno si se envía una orden de comando.

...inmediatamente después del "Código de la Letra" viene el código de "la dirección de unidad". Como vemos el sufijo en este caso vale 0.



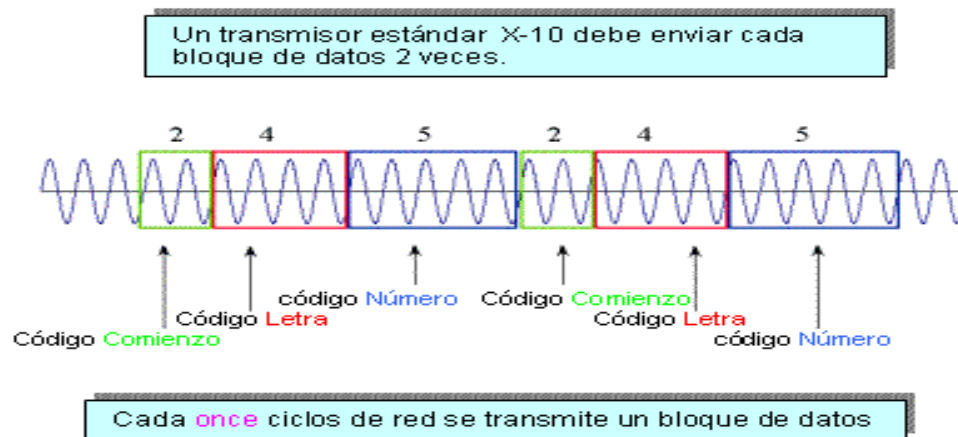
**Figura 2.16 código con la dirección de unidad**

El bloque completo de datos o trama de información se compone de código de comienzo, código de la letra, código de control y sufijo. La figura 2.17 muestra la estructura que debe seguir la trama de información de comandos X10.

Código de comienzo + Código de la letra + Código de control + Sufijo

**Figura 2.17 Estructura de la trama de información de códigos X10**

La figura 2.18 muestra como se componen los bloques de datos, los cuales se transmiten siempre dos veces cada uno de estos bloques de información para aumentar la fidelidad de la señal, separando cada 2 códigos por tres ciclos de la corriente, excepto para funciones de regulación de intensidad, que se transmiten de forma continua (por lo menos dos veces) sin separación entre códigos. Hay 256 direcciones soportadas por el protocolo.



**Figura 2.18 Transmisión de la dirección por duplicado**

La figura 2.19 indica que cada par de bloques de información deben estar precedidos por 6 pasos por cero.

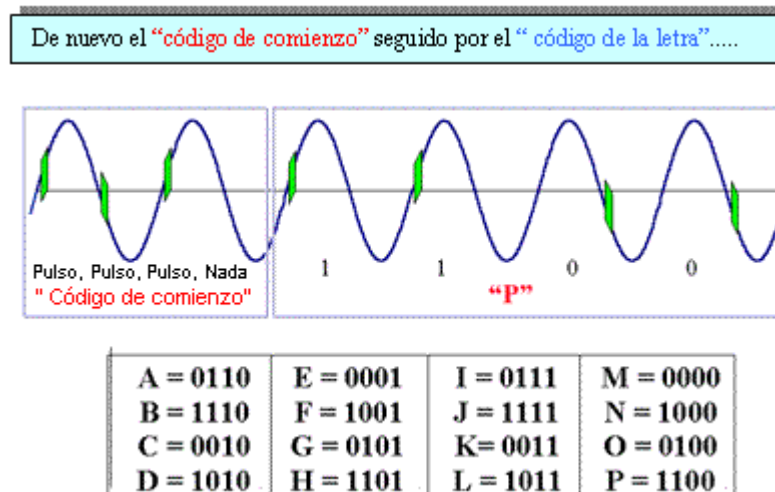


**Figura 2.19 Ciclos de espera entre transmisiones**

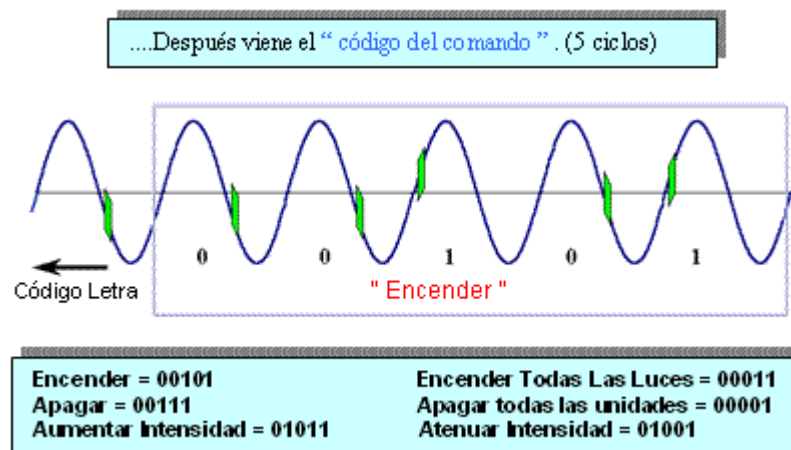
Estos 3 ciclos de margen son necesarios para que el receptor mueva los datos de sus registros en cada uno de los seis pasos por cero.

Una vez que el receptor ha procesado sus datos de dirección, está listo para recibir una orden de comando. Al igual que se había hecho al enviar la dirección, el bloque de datos del comando debe empezar por el código de comienzo, seguido del código 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. La figura 2.20 representa como se construye la trama de información que contiene dicha orden.



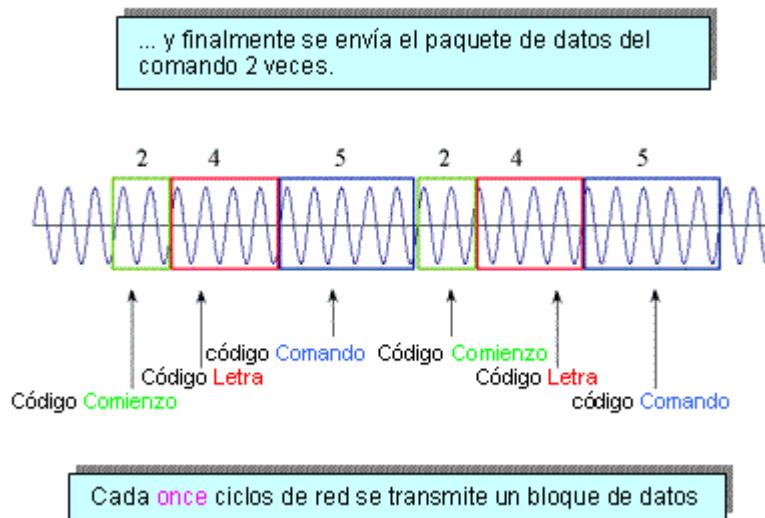
**Figura 2.20 Código de comienzo + Código de casa**



**Figura 2.21 Código de comandos**

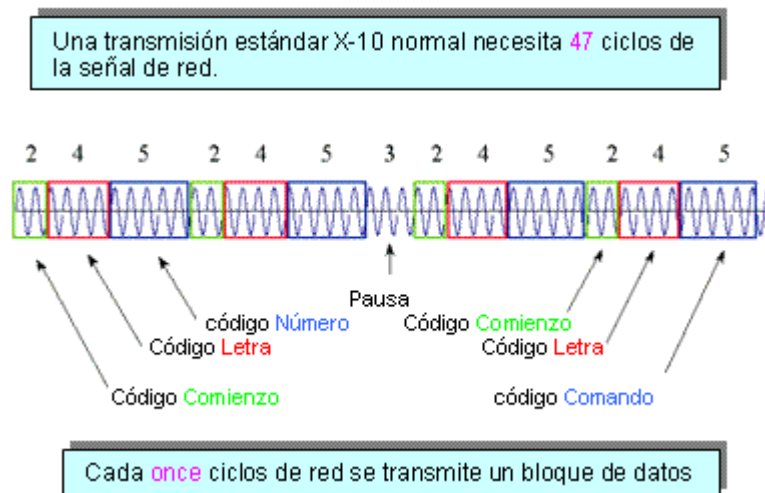
La figura 2.21 muestra los seis comandos más usados, los otros nueve restantes se pueden ver en la tabla 2.2, aunque raramente son utilizados.

En la figura 2.22 se muestra como queda conformado el paquete de datos cuando se envía en duplicado los bloques de información.



**Figura 2.22 Transmisión del comando por duplicado**

En la figura 2.23 se muestran los ciclos totales que necesita un transmisor para realizar una transmisión completa.



**Figura 2.23 Ciclos necesarios para una transmisión completa**

A una frecuencia de 50 Hz ello supone un tiempo igual a 0,94 segundos en transmitir una orden completa. Hay excepciones a esta regla. Por ejemplo, el código de Aumentar Intensidad ( *Bright* ) y Atenuar intensidad ( *Dim* ) no requiere los tres ciclos de espera entre comandos consecutivos *Dim* o comandos consecutivos *Bright*. Sin embargo sí son necesarios los tres ciclos de espera entre códigos diferentes (por ejemplo, entre atenuar y aumentar, o entre encender y atenuar, etc.).

#### d) Montaje en sistemas trifásicos

Para poder llegar en las redes de corriente trifásica a todos los aparatos distribuidos por las diferentes fases, se emiten los paquetes de impulsos tres veces. Cada impulso desplazado frente al impulso anterior por la amplitud del desplazamiento de fases (figura 2.24), las unidades deben conectarse al sistema trifásico por medio de un acoplador de fases.

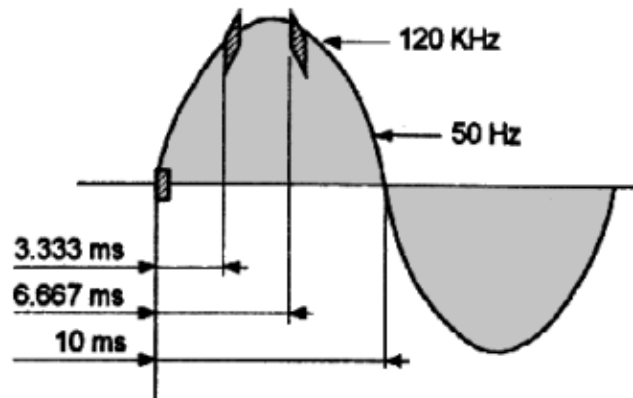


Figura 2.24 Temporización de la codificación en sistemas trifásicos

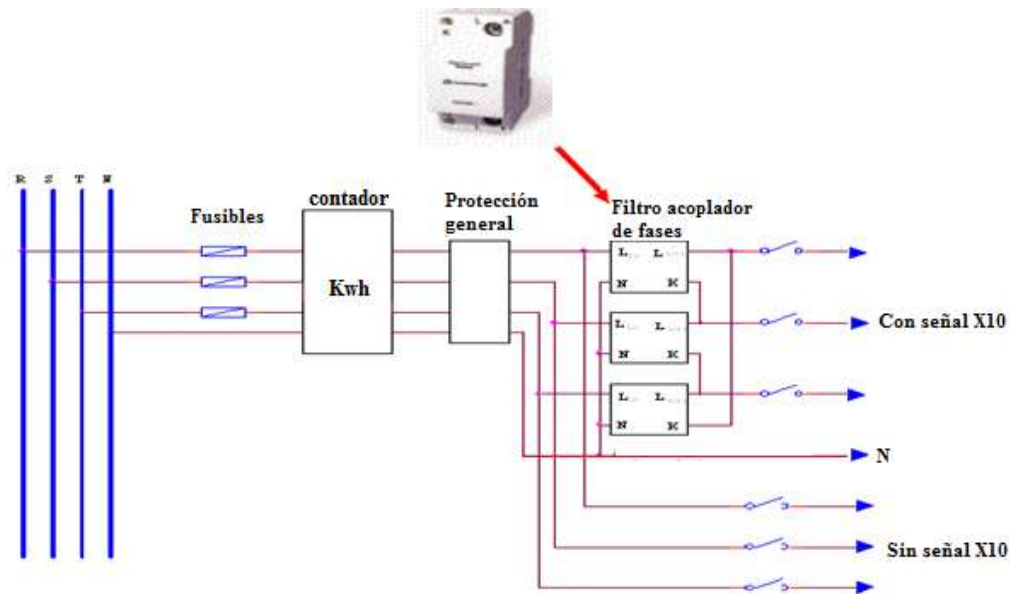
#### e) Interferencias en la línea eléctrica

La transmisión de señales de pulsos a alta frecuencia a través de la red eléctrica puede verse afectada por interferencias.

Las fuentes típicas que producen interferencias son aparatos eléctricos como TV, VCR, equipos de sonido, computadoras, monitores, transformadores e incluso los cables preparados con filtros tienen la tendencia de depositar ruido eléctrico sobre los cables de la red. Muchos de los nuevos aparatos electrónicos que se utilizan para uso domiciliario utilizan circuitos para evitar sus ruidos eléctricos. Cuando esto ocurre contrariamente envían dicho ruido a la red eléctrica.

Cuando el ruido eléctrico se encuentra sobre la red eléctrica puede ocasionar atenuación o bloqueo de las señales transmitidas o recibidas en los dispositivos X10. Un efecto típico del ruido eléctrico es el encendido aleatorio de los módulos receptores o el tener un transmisor y un receptor cercanos y aun así no tener suficiente señal debido al ruido eléctrico. El aparato eléctrico que está generando dicho ruido no tiene necesariamente que estar encendido pues artefactos tales como computadoras o TV siguen encendidos en “stand by “ cuando se apagan.

Todos estos problemas se solucionan con la utilización de filtros que atenúan las señales de frecuencia diferente a 120 KHz. En la figura 2.25 se muestra la instalación de uno de estos dispositivos que además sirve como acoplador de fase en sistemas trifásicos.



**Figura 2.25 Filtro + acoplador trifásico X10**

## 2.4 Otros estándares de domótica

A continuación se presenta una breve reseña de los estándares de domótica que fueron apareciendo con el correr del tiempo.

### 2.4.1 EHS

El estándar EHS (*European Home System*) fué otro de los intentos que la industria europea (año 1984) para crear una tecnología que permitiera la implantación de la domótica en el mercado residencial de forma masiva. El resultado fué la especificación del EHS en el año 1992. Estuvo basada en una topología de niveles OSI (*Open Standard Interconnection*), y se especificaron los niveles físicos, de enlace de datos, de red y de aplicación.

Desde su inicio estuvieron involucrados los fabricantes europeos más importantes de electrodomésticos de línea marrón y blanca, las empresas eléctricas, las operadoras de telecomunicaciones y los fabricantes de equipamiento eléctrico. La idea era crear un protocolo abierto que permitiera cubrir las necesidades de interconexión de los productos de todos estos fabricantes y proveedores de servicios.

El objetivo de la EHS consistía en cubrir las necesidades de automatización de la mayoría de las viviendas europeas cuyos propietarios no podían permitirse el lujo de usar sistemas más potentes pero también más caros como LonWorks, EIB o BatiBUS, debido fundamentalmente a la mano de obra especializada que exigía su instalación. El EHS viene a cubrir, por prestaciones y objetivos, la parcela que tienen el CEBus norteamericano y el HBS japonés y rebasa las prestaciones del X10 que tanta difusión ha conseguido en EEUU.

### **2.4.2 CEBus**

C-Bus es un protocolo de comunicaciones de propiedad para el hogar y automatización de edificios que pueden manejar longitudes de cable de hasta 1000 metros usando cable Cat.5. Se utiliza en Australia, Nueva Zelanda, Asia, Oriente Medio, Rusia, EE.UU., Sudáfrica, Reino Unido y otras partes de Europa como Grecia y Rumania. C-Bus fué creada por Clipsal división de sistemas integrados para el uso con su marca de la domótica y el sistema de construcción de control de iluminación.

En 1984 varios miembros de la EIA norteamericana (Electronics Industry Association) llegaron a la conclusión de la necesidad de un bus domótico que aportara más funciones que las que aportaban sistemas de aquella época (ON, OFF, DIMMER, ALL OFF, etc.). Especificaron y desarrollaron un estándar llamado CEBus (Consumer Electronic Bus). En 1992 fue presentada la primera especificación. Se trata de un protocolo, para entornos distribuidos de control, que está definido en un conjunto de documentos (en total unas 1000 páginas). Como es una especificación abierta cualquier empresa puede conseguir estos documentos y fabricar productos que implementen este estándar. En Europa, una iniciativa similar en prestaciones, teniendo en cuenta el mercado al que va dirigido, es el protocolo EHS (European Home System).

### **2.4.3 UPB**

Bús de línea eléctrica universal (UPB) es un protocolo para la comunicación de dispositivos utilizados para la automatización del hogar. Utiliza el cableado de la línea eléctrica para la señalización y control. UPB fue desarrollado por PCS Powerline Sistemas de Northridge, California y lanzado en 1999. Basado en el concepto del estándar X10, UPB tiene una velocidad de transmisión mejorada y una mayor fiabilidad. Además, según pruebas realizadas UPB, tiene una fiabilidad de más de 99% en comparación al 70-80% que tiene X10.

El método de comunicación UPB consiste en una serie de pulsos eléctricos precisamente cronometrados (llamado pulsos UPB) que se superponen en la parte superior de la forma de onda de corriente alterna normal (onda sinusoidal). Al recibir los dispositivos UPB esta información, detectan y analizan estos pulsos UPB y envía la información digital codificada a partir de ellos.

Los pulsos UPB son generados mediante la carga de un condensador de alta tensión y luego la descarga del voltaje del condensador sobre la línea eléctrica en un momento preciso. Esta descarga rápida del condensador crea un gran "pico" (o pulso) en la línea eléctrica que será fácilmente detectable por los dispositivos UPB conectados en la misma línea eléctrica.

La transmisión de un pulso UPB se genera en cada medio ciclo de potencia eléctrica de 60 Hz de AC. La generación de cada pulso de UPB se mide exactamente en el tiempo donde ocurre uno de las cuatro posiciones predefinidas en el medio ciclo de la red eléctrica de CA. La posición de cada pulso de UPB determina su valor (0, 1, 2, o 3), este método de codificación de datos como una posición relativa de un pulso es un método bien conocido y utilizado en las comunicaciones digitales conocidas como modulación de posición de pulso

(PPM). Dado que cada pulso UPB puede codificar dos bits de información digital y hay 120 medios ciclos por segundo (a 60 Hz), la comunicación UPB tiene una velocidad bruta de 240 bits por segundo. Aunque esta velocidad no es lo suficientemente rápido para aplicaciones de alto ancho de banda, es perfectamente adecuado para el mando y control de comunicación.

Los pulsos UPB se transmiten en una región especial hacia el final del medio ciclo AC conocido como el Marco de UPB. Esta región fue seleccionada por sus características, donde existe relativamente un bajo nivel de ruido y otros atributos que la convierten en una posición óptima para las comunicaciones de línea eléctrica. Los Marcos de UPB se sincronizan con la transición del bajo a alto de la forma de onda de CA (conocido como el punto de cruce por cero de CA) de tal manera que una trama se inicia T / milisegundos después de que el marco de cruce por cero y el otro marco comienza 8,333 milisegundos (medio ciclo de 60 Hz) después de la primera.

#### **2.4.4 INSTEON**

Insteon es un sistema para conectar interruptores de iluminación y de cargas sin necesidad de cableado adicional. Fué desarrollado por SmartLabs Technology, Inc. Fundada en 1992 cuyos laboratorios se encuentran en California, EUA y cuenta con oficina corporativa en la Ciudad de México con distribuidores en toda la república, así como centro y sudamérica. Insteon tuvo un desarrollo de investigación de 5 años para el lanzamiento del primer producto.

Insteon es una tecnología de casa con topología de red de área doméstica de malla de banda dual que emplea líneas de CA y un protocolo de radiofrecuencia (RF) para comunicarse con dispositivos. Se trata de una tecnología de red domótica diseñada por SmartLabs, Inc. Está diseñado para permitir a dispositivos tales como interruptores, termostatos, sensores (de movimiento, calor, humo etc) estar conectados en red mediante la línea eléctrica, la radio frecuencia (RF), o ambos. Todos los dispositivos INSTEON son iguales, es decir, cada dispositivo puede transmitir, recibir y repetir los mensajes del protocolo INSTEON, sin necesidad de un controlador maestro o software de encaminamiento.

Todos los dispositivos compatibles INSTEON actúan como repetidores, lo que significa que repiten cada mensaje que oyen. Esto contrasta con otras topologías de red de malla en los que sólo repiten los "nodos avanzados". La detección de errores y corrección automática se incluyen en todos los productos compatibles Insteon. El protocolo de línea de potencia utiliza modulación por desplazamiento de fase y está diseñado para que la repetición sea sincronizada en todos los repetidores, los cuales repiten el mismo mensaje durante intervalos de tiempo definidos con precisión, de forma que mientras las repeticiones colisionan, lo hacen en armonía, de manera que se conserva el mensaje. La línea de frecuencia de alimentación de CA se utiliza como la fuente de sincronización.

#### 2.4.5 BatiBUS

Este protocolo de domótica está totalmente abierto, esto es, al contrario de los que sucede con el protocolo LonTalk de la tecnología LonWorks, el protocolo del BatiBUS lo puede implementar cualquier empresa interesada en introducirlo en su cartera de productos. A nivel de acceso, este protocolo usa la técnica CSMA-CA, (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) similar a Ethernet pero con resolución positiva de las colisiones. Esto es, si dos dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus ambos detectan que se está produciendo una colisión, pero sólo el que tiene más prioridad continua transmitiendo, el otro deja de poner señal en el bus. Esta técnica es muy similar a la usada en el bus europeo EIB y también en el bus del sector del automóvil llamado CAN (*Controller Area Network*).

La filosofía es que todos los dispositivos BatiBUS escuchen lo que ha enviado cualquier otro, todos procesan la información recibida, pero sólo aquellos que hayan sido programados para ello, filtrarán la trama y la subirán a la aplicación empotrada en cada dispositivo. Al igual que los dispositivos X10, todos los dispositivos BatiBUS disponen de unos microinterruptores circulares o miniteclados que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican unívocamente a cada dispositivo conectado al bus.

#### 2.4.6 BACnet

BACnet (de *Building Automation and Control Networks*) es un protocolo de comunicación de datos diseñado para comunicar entre sí a los diferentes aparatos electrónicos presentes en los edificios actuales (alarmas, sensores de paso, aire acondicionado, calefactores, etcétera). Fué desarrollado bajo el patrocinio de una asociación norteamericana de fabricantes e instaladores de equipos de calefacción y aire acondicionado. El principal objetivo a finales de los años ochenta, era la de crear un protocolo abierto (no propietario) que permitiera interconectar los sistemas de aire acondicionado y calefacción de las viviendas y edificios con el único propósito de realizar una gestión energética inteligente de la vivienda.

El protocolo BACnet define una serie de servicios usados para intercomunicar dispositivos de un edificio. El protocolo incluye los servicios Who-Is, I-am, Who-Has y I-Have, utilizados para la detección de Objetos y Dispositivos. Otros servicios como Read-Property y Write-Property son usados para la lectura o escritura de datos.

Permite el control desde una central de todos los dispositivos de un edificio de grandes dimensiones. La parte más interesante de este protocolo es el esfuerzo que han realizado para definir un conjunto de reglas HW y SW que permiten comunicar dos dispositivos, independientemente si estos usan protocolos como el EIB, el BatiBUS, el EHS, el LonTalk, TCP/IP, etc.

El BACnet lo que pretende definir es la forma en que se representan las funciones que puede hacer cada dispositivo llamadas "objetos", cada una con sus propiedades concretas. Existen objetos como entradas/salidas analógicas, digitales, bucles de control (PID, etc.) entre otros. Algunas propiedades son obligatorias otras son opcionales, pero la que siempre

se debe configurar es la dirección o identificador de dispositivo el cual permite localizar a este dentro de una instalación compleja BACnet. Actualmente existe incluso una iniciativa en Europa para la estandarización del BACnet como herramienta para el diseño, gestión e interconexión de múltiples redes de control distribuido.

#### **2.4.7 HBS**

El sistema de bus doméstica HBS (Home Bus System) es un estándar con vigencia en Japón. Creado a partir de un consorcio de empresas japonesas y apoyado por el gobierno. Hitachi, Mitsubishi, Panasonic, Toshiba y otras compañías conjuntamente ponen la electrónica y la industria para desarrollar esta tecnología.

Este sistema abarca la comunicación entre electrodomésticos, teléfonos y equipos de audio-video utilizando par trenzado y cable coaxial.

De acuerdo con las normas de HBS, el bus de comunicación es un cable coaxial, con cuatro pares de cable de par trenzado, el primero es utilizado para transmitir imágenes, señales de vídeo, usados para transmitir voz, datos y señales de control. Así como en aplicaciones de Internet por HBS, para formar una red doméstica completa. El resto de cables de par trenzado está dirigido a controlar el sistema de seguridad así como la iluminación inteligente distribuida.

El sistema de casa inteligente HBS consta de cuatro componentes, módulo de control principal, sensores, actuadores y módulos auxiliares. El módulo de control principal es el núcleo del sistema, los sensores son los medios de entrada al sistema, los comandos son enviados desde los sensores hacia los controles por medio de infrarrojos ó señales de RF hacia la interfaz. El actuador es el canal de salida del sistema. Los módulos auxiliares amplían las funciones del sistema así como la distancia de comunicación (siendo normalmente de 600m hasta 1200m), la velocidad máxima de comunicación entre los nodos de la red desde 600 a 4800 bps conteniendo en la red hasta 256 nodos programables.

### **2.5 Protocolos Wireless similares al X10**

#### **2.5.1 Z-WAVE**

Z-Wave es un protocolo inalámbrico por ondas de radio destinado para la comunicación entre dispositivos domésticos eléctricos. Sirve para crear una red única con los equipos eléctricos como luz, termostatos, alarmas, ordenadores, teléfonos, aire acondicionado y el manejo de las ventanas eléctricas y persianas. A la red se pueden conectar todos los dispositivos eléctricos que tengan el módulo del sistema Z-Wave.

El sistema Z-Wave es fácil de instalar, desarrollar y gestionar en cada etapa de explotación del edificio. La instalación del sistema no exige usar los cables de conexión entre los dispositivos eléctricos, lo que evidentemente disminuye los costos y el tiempo de montaje, ofreciendo un alto nivel de confort al usuario. Destinado tanto para los edificios en construcción como para los que ya lo están.

El funcionamiento del sistema Z-Wave consiste en enviar la señal mediante unas rutas marcadas. La ruta para el traspaso de ondas de radio emitidas desde el dispositivo de control (por ejemplo, el mando a distancia) está marcada de manera que la orden llegue al dispositivo adecuado y asegure su realización. Esto se hace mediante la exigencia de confirmación de la orden por el dispositivo que la emite (por ejemplo, el mando a distancia). La confirmación será mandada por el dispositivo al que la orden está destinada. Si en la ruta de paso de ondas de radio se encuentra un obstáculo y la señal no puede llegar al dispositivo al que la orden está destinada, el sistema Z-Wave busca otra ruta a dicho dispositivo y la nueva ruta pasa por otro dispositivo que se encuentra en la red Z-Wave, todo esto asegura la infalibilidad de este sistema. Así, el protocolo Z-Wave puede tener el alcance limitado, de esta manera disminuye el consumo de energía ya que para transmitir las órdenes usa otro tipo de dispositivos conectados a la red.

Todo el protocolo Z-Wave está localizado en un pequeño chip, fabricado por la compañía Zensys. El chip básico Z-Wave incorpora el procesador, memoria flash, emisor y receptor de radio. El sistema Z-Wave trabaja con la frecuencia 868,42 Mhz y se caracteriza por tener un bajo consumo de energía, el alcance en los espacios cerrados es de 45 metros y en los espacios libres alcanza los 150 metros.

### **2.5.2 ZIG-BEE**

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (*wireless personal area network*, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

En principio, el ámbito donde se prevé que esta tecnología cobre más fuerza es en domótica, la razón de ello son diversas características que lo diferencian de otras tecnologías:

- Su bajo consumo.
- Su topología de red en malla.
- Su fácil integración (se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica).

ZigBee utiliza la banda ISM para usos industriales, científicos y médicos; en concreto, 868 MHz en Europa, 915 en Estados Unidos y 2,4 GHz en todo el mundo. Sin embargo, a la hora de diseñar dispositivos, las empresas optarán prácticamente siempre por la banda de 2,4 GHz, por ser libre en todo el mundo. El desarrollo de la tecnología se centra en la sencillez y el bajo costo más que otras redes inalámbricas semejantes de la familia WPAN, como por ejemplo Bluetooth. El nodo ZigBee más completo requiere en teoría cerca del 10% del hardware de un nodo Bluetooth o Wi-Fi típico; esta cifra baja al 2% para los nodos más sencillos. No obstante, el tamaño del código en sí es bastante mayor y se acerca al 50% del tamaño del de Bluetooth. Se anuncian dispositivos con hasta 128kB de almacenamiento.

Los protocolos ZigBee están definidos para su uso en aplicaciones encastradas con requerimientos muy bajos de transmisión de datos y consumo energético. Se pretende su uso en aplicaciones de propósito general con características auto organizativas y bajo costo (redes en malla, en concreto). Puede utilizarse para realizar control industrial, albergar sensores empotrados, recolectar datos médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o domótica. La red en su conjunto utilizará una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años antes de necesitar un recambio en su sistema de alimentación.

### **2.5.3 ENOCEAN**

EnOcean es una empresa alemana que trabaja en tecnologías wireless y de captación de energía usada principalmente en sistemas automáticos en edificios. El concepto se desarrolló para utilizar sensores e interruptores sin baterías en automatizaciones de edificios. No ha presentado ningún estándar nacional, europeo o internacional; sin embargo, ofrece su tecnología y licencias de características patentadas bajo la licencia de la EnOcean Alliance.

La tecnología EnOcean se basa en la explotación energética eficiente, al aplicar una ligera excitación mecánica y otras potencias del entorno, usando los principios de la captación de energía. Para transformar las fluctuaciones de dicha energía en energía eléctrica utilizable, trabajan con electromagnetismo, piezogeneradores, células fotoeléctricas, termopares y otros conversores de energía.

Los productos EnOcean (tales como sensores e interruptores de radio) no necesitan baterías y se han diseñado para funcionar sin necesidad de mantenimiento. Las señales de los sensores e interruptores se pueden transmitir sin cables a una distancia de hasta 300 metros. Los primeros diseños de la compañía usaban piezo-generadores, reemplazados posteriormente por fuentes de energía electromagnética para reducir la operación de presión (7 newtons), y aumentar la vida útil hasta 50000 operaciones.

Los paquetes de datos son relativamente pequeños, con paquetes de solo 14 bytes de longitud, y son transmitidos a 120 kbit/s. La energía de radio frecuencia solo transmite los datos cada segundo, reduciendo la cantidad de energía requerida. Se envía tres paquetes a intervalos pseudo-aleatorios, reduciendo así la posibilidad de colisión de paquetes. Los interruptores también transmiten paquetes de datos adicionales al liberar el botón del mismo, permitiendo así la implementación de otras características como la atenuación de la luz. La frecuencia de transmisión usada para los dispositivos está en 868.3 MHz.

Un ejemplo de esta tecnología es un interruptor de la luz inalámbrico y sin cables. Estos tienen la ventaja de que se ahorra tiempo y material en la instalación, pues no es necesario instalar cables entre el interruptor y el dispositivo, por ejemplo una luz. Y también reduce el ruido en los circuitos de conmutación, pues se realiza directamente en la carga.

## Capítulo 3

# EL SOFTWARE DE AUTOMATIZACION X10

### Introducción

En este capítulo se detallan los programas y aplicaciones de software desarrollados por X10 para controlar la red domótica. Además, se describe como configurar y hacer uso de éstas herramientas virtuales, siendo el más importante el software *Active Home Pro*, puesto que es necesario conocer su funcionamiento y configuración para hacer uso de la mayoría de las aplicaciones referidas.

Con Active Home Pro (AHP) se tiene la posibilidad de controlar toda la casa desde la computadora y crear programas que enciendan las luces o activen aparatos automáticamente, así como establecer grupos de comandos que controlen estas actividades de la vida diaria.

### 3.1. Instalación del hardware básico

La domótica es el conjunto de tecnologías de la electrónica, de la informática y de las telecomunicaciones que permiten programar, automatizar y mejorar las tareas cotidianas de una casa. Se basa en la configuración de una red de un gran número de aparatos eléctricos, que pueden ser administrados de manera centralizada.

Las diferentes aplicaciones de un dispositivo domótico presentan estas ventajas:

- Comodidad doméstica: centralizando el acceso y la gestión de los aparatos domésticos.
- Ahorro de tiempo: automatizando tareas comunes y repetitivas, necesitando de otro modo una programación manual.
- Un control eficiente de la energía: ajustando sistemas que tienen alto consumo energético como el de calefacción, donde se regula su consumo a las necesidades reales.
- Seguridad: mejorando un sistema anti intrusión (por ejemplo: encender las luces para disuadir a un ladrón).

Tres principales elementos en un sistema domótico

- Sistema de comando / interfaz de control: como una pantalla de control, un ordenador o un teléfono por ejemplo, permite dar órdenes a los aparatos que se desea controlar (programar o configurar).
- Un modo de transmisión: enlaces mediante cables (por ejemplo: cable Ethernet), ondas de radio, infrarrojo, etc.

- Compatibilidad: con el modo de transmisión y unido al sistema de comando.

X10 es un protocolo de automatización del hogar que conecta los dispositivos sobre el cableado de una casa. Este enfoque permite que casi cualquier dispositivo, incluyendo luces y aparatos, estén conectados a un módulo de control X10. Los dispositivos conectados son comúnmente controlados por control remoto o los paneles de mando. Con el software adecuado, es posible controlar los dispositivos X10 instalados en una casa.

Antes de la ejecución de cualquier herramienta virtual, los dispositivos X10 deberán ser instalados físicamente en la red eléctrica. Todos los dispositivos con el estándar X10 son muy fáciles de instalar por lo que son considerados dispositivos plug and play (**ver glosario de términos**), debido a que su utilización dependerá de la característica del diseño del equipo y del punto de la red eléctrica a donde será conectado.

### 3.2 Interfaz al PC, controlador CM15A.

En la figura 3.1 se ilustra la interfaz USB que permite el control de una instalación X10 mediante una computadora y el software Active Home Pro. Posee memoria propia por lo que una vez programada no requiere que la computadora esté encendida. Puede enviar y recibir señales X10 tanto por RF como por la línea de potencia AC, de esta manera un solo dispositivo se convierte en el centro de control del hogar digital.



**Figura 3.1 Interfaz CM15A para Active Home Pro**

La interfaz PC-USB permite realizar programaciones horarias para activar módulos X10, y macros, así como grupos de comandos encadenados que se activan con un código X10 definido en el software o con cualquier controlador de pared o mando a distancia X10. Además, dispone de funciones condicionales y una memoria 8 veces mayor, permitiendo realizar hasta 1400 macros o temporizadores.

Algunas de las diversas aplicaciones de este módulo son apagar o encender los distintos aparatos de casa, como luces, calefacción, persianas, etcétera, en tiempo real desde la PC. Dispone de encendido automático de luces o aparatos disuasorios cuando el usuario no se encuentra en la vivienda (simulación de presencia).

Una vez que el usuario ha programado todo lo que desea, basta con grabarlo en la memoria de la interfaz PC-USB, de esta manera no se tiene que contar con una PC dedicada de tiempo completo para que se ejecuten las acciones.

Características de funcionamiento del módulo CM15A:

- Controla la instalación domótica X10 desde una computadora y con el software Active Home Pro
- Puede recibir todos los 16 códigos de unidad (1 a 16) para todos los 16 códigos "House codes" (A al P)
- Puede manejar hasta 256 dispositivos X10
- Puede ejecutar macros y hacer temporizaciones sin que la computadora esté encendida
- Con las macros se pueden crear horarios para encender y apagar las luces y electrodomésticos automáticamente y/o para simular presencia cuando la casa está sola. También controlar grupos de módulos X10 a partir de una sola orden desde un control remoto, sensor, o central de control X10
- Puede enviar y recibir comandos X10 por RF o por la línea de potencia AC
- Utiliza 4 baterías AAA de respaldo para preservar la programación y el reloj/calendario en caso de fallo del suministro eléctrico
- Conexión directa a un enchufe convencional sin necesidad de intervenir la red o tener conocimientos de electricidad 120 V, 60 Hz

### 3.3 Active Home Pro

Active Home Pro es un software que permite controlar, ya sea por grupos o individualmente todos los dispositivos X10 del hogar. El usuario puede manipular su instalación domótica X10 desde la computadora, por medio de Macros y otras instrucciones que el usuario define. La sencilla interfaz gráfica de Active Home Pro permite automatizar todas las luces del hogar, programar eventos, además de gestionar los dispositivos de seguridad, la figura 3.2 muestra la pantalla principal del programa AHP.

Con este sistema, el usuario puede:

- Simular presencia en la casa controlando ciertas luces o electrodomésticos bajo determinados patrones.
- Programar que las luces se enciendan al anochecer, de forma que la casa jamás se verá oscura.
- Controlar uno o un grupo de aparatos desde un control remoto, desde cualquier lugar de la casa.
- Crear grupos personalizados de comandos (Macros) para ciertas horas del día
- Crear una representación gráfica de los módulos en la computadora, y también permite al usuario controlar luces y electrodomésticos en la casa desde la computadora.
- Crea horarios de eventos temporizados que automáticamente se ejecutan en el hogar 24 horas al día, siete días a la semana.
- Permite definir macros de control para un grupo de módulos. Por ejemplo, un macro titulado "Llegar a casa" encienda las luces del portal, las luces de la sala y el equipo de sonido. Un macro titulado "Buenas noches" puede apagar todas las

luces internas, apagar el equipo de sonido, pero dejar las luces exteriores encendidas.

- El usuario puede crear reportes impresos mostrando diferentes aspectos de la automatización de su hogar, así como también los módulos que están instalados en casa y que es lo que pueden hacer.
- Registrar el historial de eventos diarios detectados por el sistema, generando listas y tablas que contienen información útil para registrar la actividad.

Entre las diversas gestiones de control y programación que se pueden configurar con este software se encuentran las siguientes:

- Crear y configurar habitaciones
- Crear y configurar módulos
- Control de módulos de luces, de expansión y otros
- Programación de eventos por módulo
- Programación de eventos para grupos de módulos (macros)
- Almacenar las tareas programadas en la memoria de la interface PC-USB
- Personalizar el funcionamiento del sistema
- Registrar la actividad y rendimiento de cada equipo instalado
- Interactuar con software complementario al sistema X10
- Gestionar el sistema de seguridad y video vigilancia



**Figura 3.2 Pantalla principal Active Home Profesional**

**NOTA:** Los detalles de cada una de estas características se describen en el ANEXO 1

### 3.4 Active Phone

El sistema de domótica también incorpora opciones de control multimedios para el conjunto de aparatos domésticos como pueden ser un ordenador o un Smartphone. Es la tecnología que combina la electrónica, la informática y las telecomunicaciones, la cual puede ser plenamente integrada en las actividades diarias de las personas en la actualidad.

La movilidad en los sistemas domóticos es una necesidad obligatoria para los sistemas con capacidad de utilizar recursos móviles o inalámbricos. Los usuarios móviles pueden utilizar su Smartphone, iPod o Tablet como sistema de control, añadiendo aplicaciones a su equipo celular que sean compatibles con los sistemas de domótica instalados en sus hogares. De este modo, un usuario puede enviar una orden desde su dispositivo móvil al sistema de comando para controlar un aparato a distancia.

La aplicación Active Phone funciona como otra opción para operar los diversos módulos X10 desde un dispositivo móvil. Esta aplicación consiste en que el celular adopta las funciones de los controles X10 de tipo Palm Pad (*ver glosario de términos*), el cual es un control remoto de mano que permite encender o apagar hasta 16 dispositivos o grupos de luces y cuenta con control DIMMER. Únicamente hay que conectar el receptor RF y se tendrá el control inalámbrico de cualquier dispositivo.

### 3.5 i Watch Out

El programa iWatch Out es un gestor de herramientas de grabación y edición de video para las cámaras de vigilancia X10. Este programa es complementario al software Active Home Professional, ya que utiliza su entorno gráfico para tener el control total de las cámaras de vigilancia instaladas en la red X10 dentro del hogar. La figura 3.3 ilustra la interfaz de ésta aplicación.

El software mantendrá constante vigilancia de cualquier área con capacidad para 16 cámaras podrá realizar capturas de imagen cada cierto tiempo o en determinados momentos cada día, o incluso al detectar movimiento en el área enfocada por las webcam. Cuando el programa comienza la grabación almacena las capturas ya sea de video o de imagen en una unidad extraíble o carpeta determinadas en el ordenador destinado al monitoreo.

Además se puede configurar i Watch Out, para que active la grabación automáticamente o incluso para que avise por correo electrónico. Entre otras opciones y funciones con las que cuenta el programa esta la posibilidad de añadir un texto o logo a todas las capturas, rotar la imagen pasando de una cámara a otra o un visualizador de imagen integrado para ver todas las capturas realizadas. Para su buen funcionamiento, requiere instalar el controlador de video DirectX 9.

Los sistemas domóticos de seguridad actuales se caracterizan por generar un efecto de “a toda hora y en todo lugar”. Es decir que gracias a las nuevas cámaras de video vigilancia X10 el usuario puede registrar en todo momento y en todo lugar lo que sucede en su hogar,

aunque esté fuera de él. Aunado a esto, gracias a una configuración IP se puede acceder a lo que graban las cámaras desde cualquier ordenador o móvil inteligente con acceso a internet.



Figura 3.3 Ventana principal i Watch Out

### 3.6 My House Online

My house online es un plug-in (*ver glosario de terminos*) creado para incrementar las posibilidades de manejo del software Active Home Pro, el cual consiste en controlar las luces y aparatos conectados al sistema de X10 desde cualquier parte del mundo y ver la cámara en vivo al mismo tiempo.

También es una plataforma que puede ser de uso compartido, lo que quiere decir que el usuario puede compartir el control y las opciones de configuración con los miembros de la familia y amigos dándoles el acceso sólo a aquello que se les quiera compartir y controlar cuando la casa esté disponible en línea.

### 3.7 On Alert (Protector Plus Home Security System)

Garantizar la seguridad del domicilio mediante un sistema inteligente es una de las aplicaciones fundamentales de la domótica. Este servicio permite asegurar los puntos sensibles del domicilio (accesos, vestíbulos, patios, etc.) para disuadir a los intrusos, con la ayuda de un detector de apertura, de movimiento y de alarmas que son totalmente controlables a distancia con la PC o desde un Smartphone a través de alguna aplicación móvil. Introducir el software On Alert permite contar con funciones de seguridad y controlar todos los dispositivos X10 de manera remota. Con esta aplicación, se podrán gestionar todos los módulos de seguridad X10 desde la plataforma maestra Active Home Pro.

On alert no sólo activa los módulos del sistema de seguridad, sino que también funciona de la misma forma con módulos de automatización del hogar, programar eventos, incluso se puede comprobar el estado de los módulos de seguridad a través de internet con la herramienta virtual my House Online. Por otra parte, el kit Protector Plus es el hardware para el controlador On Alert, el cual consta de 6 módulos básicos que conforman a equipo de seguridad. La tabla 3.1 contiene la descripción de dichos componentes.

**Tabla 3.1 Kit de seguridad Protector Plus**

| Cantidad | Módulo | Dispositivo                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                | Imagen                                                                                |
|----------|--------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | PS561  | Consola de control           | No hay códigos para recordar<br>Marca el número hasta cuatro números de teléfono de emergencia<br>Suenan la alarma de 95 dB - tan fuerte como un bulldozer<br>Monitorea hasta 16 puertas, ventanas y habitaciones<br>Utiliza una batería en caso de apagón |    |
| 2        | DS10A  | Sensor para puerta y ventana | Magnético detecta el movimiento de puertas y ventanas<br>Se comunica con la consola de control de forma inalámbrica                                                                                                                                        |    |
| 1        | MS10A  | Detector de movimiento IR    | Vigila las 24 horas del día - incluso cuando la alarma está desactivada<br>Se puede usar para vigilar espacios exteriores e interiores<br>La tecnología infrarroja - trabaja en la oscuridad<br>Fácil de montar, activar y mover                           |   |
| 1        | LM465  | Módulo de lámpara            | Se adapta a cualquier toma de corriente eléctrica<br>Controla Lámparas remota<br>Parpadea la lámpara en caso de emergencia<br>Agrega una función de atenuación a cualquier lámpara                                                                         |  |
| 1        | SH624  | Control remoto               | Brazo de un solo botón y órdenes de desarmar<br>Atenúa y aclara la iluminación en toda la casa<br>Fácil de programar y personalizar<br>Diseño ligero y compacto                                                                                            |  |
| 1        | KR10A  | Llavero remoto               | Botones de brazo simple, de pánico y de iluminación<br>Pesa 1,5 oz - no dañará el encendido del automóvil<br>Diseño elegante y discreto                                                                                                                    |  |

### 3.8 Smart Macros

El software Smart Macro añade “capacidad condicional” a las macros existentes en el software Active Home Professional, esto significa que se pueden comprobar una o varias condiciones antes de ejecutar una macro para activar o desactivar diferentes grupos de dispositivos X10.

¿Qué es una macro? Una macro es el término utilizado para describir una serie de comandos. En otras palabras, es una lista de tareas que cumple con un orden programado y secuencial, además de añadir otras preferencias como la autorregulación en tiempo real y el temporizador de eventos.

A diferencia del programador de macros de Active Home Pro, esta aplicación permite configurar condiciones independientes para cada dispositivo y añadirlas después a la lista de comandos del programa general.

¿Qué es una condición? Una condición es algo que se debe cumplir antes de hacer otra cosa. Con Smart Macros , las condiciones pueden basarse en el tiempo, día del año , día de la semana , el estado de un módulo, una bandera que se ha establecido y otras opciones.

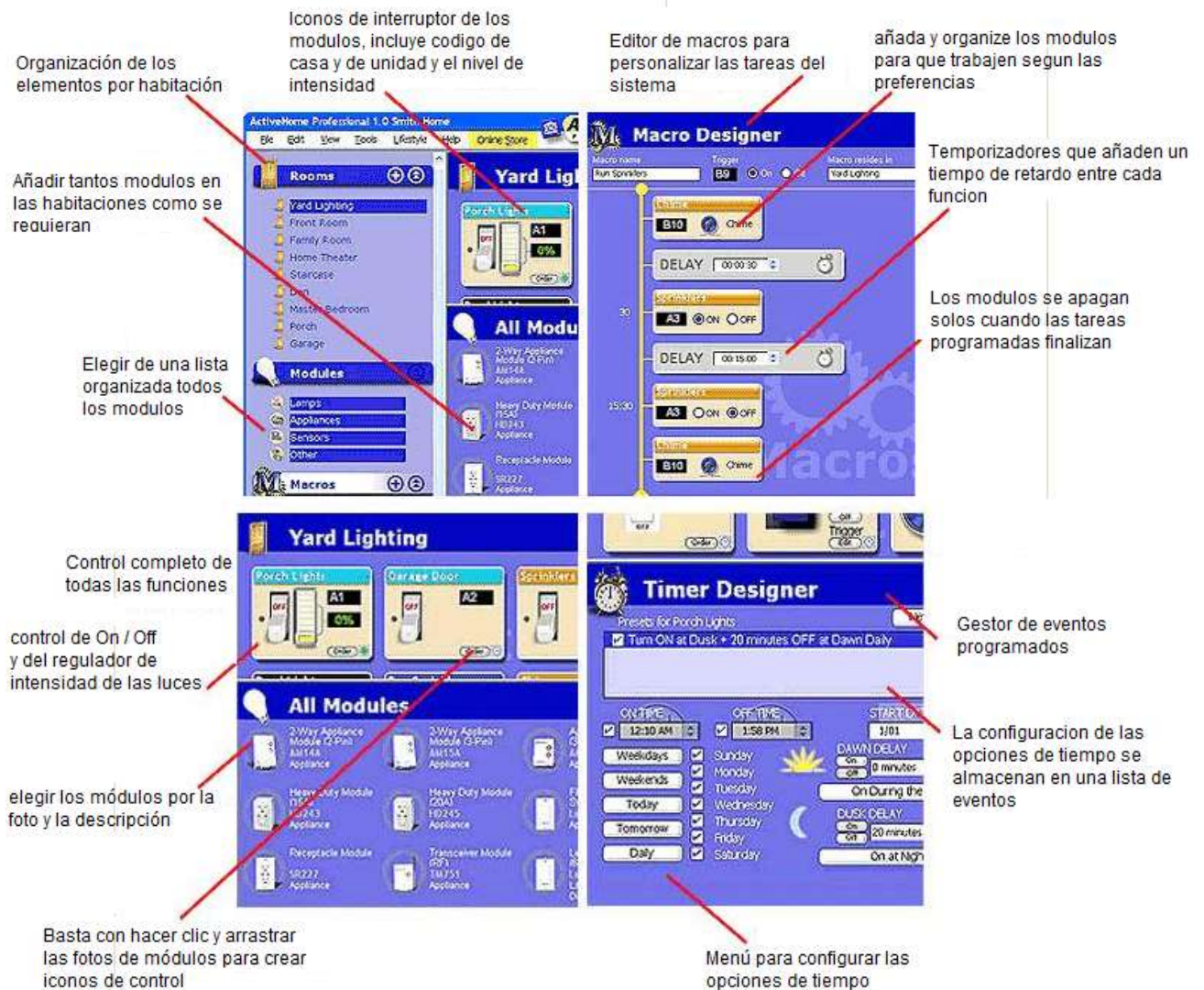
Smart macros establece todas las condiciones de una macro realizada por Active Home Pro. Además, es posible tener varias macros en un mismo grupo de dispositivos, cada uno con diferentes condiciones y simular su comportamiento por separado, sin que esto afecte a los demás dispositivos en el programa.

Cuando ActiveHome recibe el código para activar la macro, el programa verificará las condiciones de cada macro, donde se establecen las condiciones para la hora del día, fecha, día de la semana, el estado del módulo (encendido o apagado), un rango de fechas, repeticiones y otras especificaciones de activación como fines de semana, días de semana, días festivos, durante el día, y nocturna.

Entre otras herramientas incluidas en este paquete están:

- ✓ Asistente de condición, el cual verifica paso a paso la macro creada
- ✓ Selector de punto de arranque, de esta manera se evita que ejecute comandos innecesariamente
- ✓ Botones de selección de funciones simples, esto hace menos robusta la configuración de las macros
- ✓ Botones de rápida configuración para preferencias de día y noche
- ✓ Selector de opciones de temporizador (por día, hora o fecha)
- ✓ Selector del estado del módulo (ON/OFF)
- ✓ Selector de condiciones instantáneas
- ✓ Reloj de ejecución en pantalla

Existen otras opciones que pueden potencializar esta herramienta, otorgándole un funcionamiento más autónomo si se desea la máxima flexibilidad y control. Este modo avanzado le da la capacidad de crear macros más complejos, que incluyen varias condiciones lógicas tales como AND, OR, ELSE, además de otras 12 condiciones y sus propiedades. Todo esto acompañado de una interfaz gráfica como la que se muestra en la figura 3.4, el cual permite arrastrar íconos para construir los operadores.



**Figura 3.4 Editor de eventos programados Smart Macros**

### 3.9 Aplicaciones para X10

Hace años la domótica sonaba a cuento de ciencia ficción o a capricho de millonario, hoy en día es altamente accesible gracias a tecnologías como la domótica X10', y a su vez, al incorporar aplicaciones portables de software muy útiles para éste sistema como SpeakHome, el líder en reconocimiento de voz de la marca NUANCE. WatchHome el número uno en videovigilancia IP, de la compañía AXIS COMMUNICATIONS y TouchHome desarrollado por INSTEON, disponibles en español, inglés y francés. Estos tres programas conforman el sistema ALHENHA (*ver glosario de términos*), que es software controlador para domótica X10.

### **a) i Home Touch**

Touch Home es la herramienta ideal para controlar toda la vivienda de una manera gráfica e intuitiva. La interacción con iconos y planos personalizables evitan tener que memorizar números y códigos. Basta un doble click sobre una pantalla táctil para accionar cualquier elemento, evitando los engorrosos menús típicos de otras aplicaciones.

### **b) Speak Home**

Speak Home amplía la funcionalidad y características del TouchHome mediante su control por voz. Además, permite manejar todos los elementos de la vivienda e implementa el control de multitud de aplicaciones multimedia como ver la TV, escuchar tu música, oír la radio y reproducir DVD's. SpeakHome es el primer programa domótico X10 gobernado, además de por interfaz de pantalla táctil de PC o smartphone, por voz en lenguaje natural. Está basado en los mejores sistemas de reconocimiento de voz y presenta una gran fiabilidad y un sencillo modo de configuración y funcionamiento.

### **c) Watch Home**

Watch Home amplía la funcionalidad y características del SpeakHome con la incorporación de la tecnología de cámaras IP. Con un sencillo modo de configuración y funcionamiento, permite el gobierno de una casa dotada de un sistema domótico X10 actuando sobre su propia imagen en directo a través de interfaz de pantalla táctil y como el SpeakHome también mediante voz. Añade la funcionalidad de actuar sobre imágenes capturadas directamente por cámaras IP, es decir, se emplea la imagen capturada por la cámara como plano de fondo de la aplicación y se acciona directamente sobre los elementos domóticos pulsando sobre éstos en la propia imagen. En tiempo real se podrá ver la estancia y el resultado de hacer doble click sobre sus luces, persianas, cortinas, etcétera.

## **3.9.1 Características del software ALHENHA**

### **a) Gráfica personalizada (Planos e Iconos)**

Los tres programas permiten introducir al plano de la casa una imagen e incluso generar una composición fotográfica de las estancias, además si la vivienda dispone de varias plantas se puede añadir un plano por cada una de ellas e incluso uno por estancia. Otra opción es elegir entre una amplia biblioteca de íconos los que más se adapten a los elementos domóticos e incluso crearlos a partir de un dibujo o del recorte de una foto, esto permite dar al programa un toque más personal. La figura 3.5 muestra distintas vistas del hogar, donde se añade la configuración gráfica para controlar el sistema domótico.

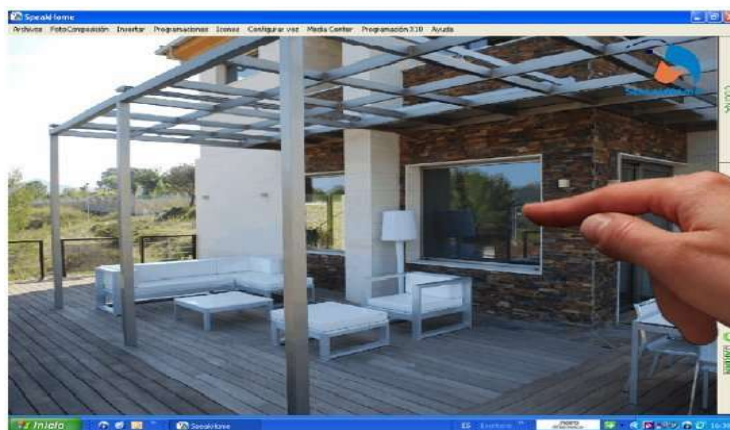


**Figura 3.5 Control por imagen personalizada con iconos**

**b) Control mediante voz, para los programas Speak Home y Watch Home**

Disponen de la función de habla inteligente. Algunas de sus funciones son saludar, pedir repetir la instrucción si no ha entendido alguna orden, solicitar información complementaria si la orden recibida no es precisa, entre otras. De forma personalizable se puede decidir el nombre con el que se llama por voz a los elementos domóticos (luces, persianas, aparatos, etc.) al darlos de alta en el plano, estos nombres se pueden cambiar cuando así se desee.

**c) Imagen real en el caso del WatchHome.**



**Figura 3.6 Control por imagen capturada sin usar iconos**

Como lo muestra la figura 3.6, para esta aplicación no hay necesidad de usar íconos, se puede hacer doble click directamente sobre la imagen en pantalla del dispositivo domótico que se desee accionar y contemplar la respuesta y cambio de estado. No es necesario insertar ningún dibujo o ícono sobre la imagen, para controlar los dispositivos se puede

elegir entre usar su propia imagen de cámara o insertar íconos elegidos de una amplia biblioteca. Además este programa incluye las siguientes características:

➤ **Grabación y reproducción**

Se pueden grabar imágenes capturadas por las cámaras, almacenarlas y reproducirlas posteriormente. Esto permite comprobar el resultado de mandar encender una luz o bajar una persiana.

➤ **Detección**

La aplicación incorpora un sistema de reconocimiento por cambio de píxel que se aplica a la detección de eventos. Se seleccionan sobre la imagen las regiones de detección y, cuando se producen cambios en éstas, desencadena eventos de alarma o aviso y acciona macros en respuesta a la detección.

➤ **Información estados alarma Powermax**

Touch Home está preparado para indicar los estados de la alarma Protector Plus mediante la visualización de un ícono y la ejecución de macros en respuesta a la incidencia detectada.

➤ **Creación de programaciones y ambientes, para los tres programas**

Crea ambientes de acuerdo con la forma de vida, es decir, bastará con accionar una macro para apagar todas las luces, cerrar las cortinas o apagar los distintos equipos del aire acondicionado. Además, permite programar la ejecución de una macro en función de la luz solar o a una hora determinada una vez, a diario o semanalmente.

Los tres programas disponen de función de simulación de presencia, los cuales hacen uso de macros y programaciones para conseguir que la vivienda tenga la apariencia de una casa habitada cuando nadie esté en ella programando el encendido de algunas luces o la subida de persianas y cortinas, el encendido de una radio, etcétera.

**d) Smartphone y conexión remota, en los tres programas**

Si se dispone de una red wireless (*ver glosario de términos*) y un smartphone con pantalla táctil, se consigue un mando a distancia para controlar toda la vivienda desde cualquier parte de ella o desde cualquier parte del mundo usando una PC o a través de un Smartphone con conexión a internet.

Como lo muestra la figura 3.7, con un simple vistazo a la pantalla se podrá ver qué luces o equipos de aire acondicionado están encendidos innecesariamente y controlarlos desde la oficina, el coche, la calle o en cualquier lugar.



**Figura 3.7 Aplicaciones móviles para los programas ALHENHA**

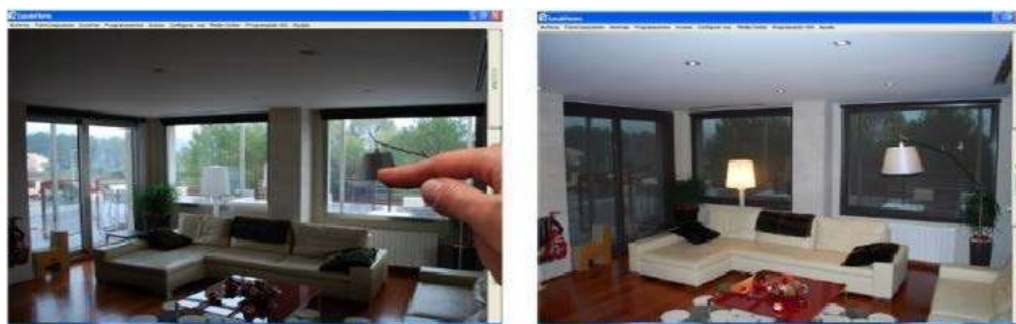
En el caso del WatchHome además podrá actuar sobre los distintos elementos haciendo doble clic directamente sobre la imagen de la cámara.

En la figura 3.8, se muestra una fotocomposición en la que se han añadido íconos de control creados a partir de recortes de fotos de los propios elementos domóticos encendidos, combinados con íconos de transparencia colocados sobre el propio plano con los elementos domóticos apagados.



**Figura 3.8 Edición de una imagen con íconos controladores**

En la figura 3.9, se muestra el detalle de un salón donde se ha instalado una cámara IP. Pulsando sobre la imagen de las lámparas, halógenos y cortinas podemos controlarlos y comprobar su estado en cada momento al utilizar la imagen en directo de la estancia.



**Figura 3.9 Ejemplo del control de luces en una imagen de video en tiempo real**

### e) Control TV, Música y Cine en Speak Home y Watch Home

Con estos complementos, se podrá controlar mediante la voz las opciones habituales que realiza un mando a distancia, tales como subir o bajar el volumen, cambiar de canal o grabar un programa, con solo hablar la orden. Para ello Speak Home y Watch Home implementan los mecanismos de voz para controlar la aplicación Windows Media Center. Además, como lo muestra la figura 3.10, se puede seleccionar el álbum de música que desee escuchar, sintonizar la emisora de radio preferida o ver una película que tenga almacenada en el disco duro o grabada en un DVD de la manera más natural, es decir HABLANDO.



**Figura 3.10 ALHENHA para controlar dispositivos y opciones multimedia**

### 3.9.2 Requerimientos de los programas

Para utilizar cualquiera de los tres programas, (Touch Home, Speak Home y Watch Home), basta con disponer de dispositivos transmisores y receptores X10 y un sistema que centralice su programación y funcionamiento, como una PC. El software de cualquiera de los tres programas se instala sobre sistema operativo Windows XP, Windows Vista y Windows 7.

Speak Home y Watch Home funcionan con cualquier micrófono que cumpla los requisitos de calidad mínimos, ya que cuentan con un sistema de reconocimiento de voz independiente del usuario y, por tanto, no está restringido a un número acotado de usuarios.

## Capítulo 4

# EL HARDWARE DE AUTOMATIZACION X10 (Home Systems X10)

### Introducción

El hardware es la parte principal del sistema de automatización del hogar, es lo que lleva a cabo sus órdenes y de hecho ejecuta dichas instrucciones.

Los productos de automatización del hogar X10 tienen la ventaja que son todos compatibles entre ellos, lo que quiere decir que independientemente de la marca o el fabricante todos funcionan igual y obedecen los mismos comandos.

### 4.1 Ventajas de utilizar dispositivos del sistema X10

- **Fácil de usar:** cualquier electricista o usuario puede “instalar” un dispositivo sin conocimientos de automatización.
- **Protege el hogar y la familia:** Enciende todas las luces con solo un botón, trabaja con los sistemas de alarma y puede controlar y comprobar el estado de la casa a distancia.
- **Añade valor a la propiedad:** Una casa con un sistema domótico se cotiza más alto en el mercado inmobiliario. Incorpora características únicas que no tiene la competencia. Es un valor añadido que le da mayor categoría.
- **Ahorro de energía:** El sistema supervisa y controla las luces y electrodomésticos, apagándolos cuando no son necesarios lo que permite ahorrar energía.
- **Inversión protegida:** Una de las grandes ventajas que tiene el sistema X10 es que es totalmente universal, ampliable y transportable.
- **Visión de futuro:** Una de las cosas que más preocupa cuando se invierte en tecnología hoy en día es su vida útil. De entre los varios sistemas domóticos que tratan de imponerse en la actualidad, el sistema X10 es el único que sigue vigente después de más de 25 años y más de cien millones de aparatos funcionando por todo el mundo.

### 4.1.1 Construyendo el sistema de domótica

Lo primero para tener una casa inteligente es darle un cerebro. Por lo tanto, es necesario contar con un equipo dedicado para ejecutar el software de control y aceptar entradas de los dispositivos, además de tener un equipo dedicado que permita enlazar el sistema en internet, lo que permite el acceso a cantidades ilimitadas de datos.

Un equipo de control del hogar tiene que ser capaz de funcionar 24/7 con el menor número de interrupciones posibles. Para esto, lo mejor es conseguir una máquina relativamente buena para ejecutar las tareas que se le piden que realice y que tenga sobradas capacidades para tener un buen margen para el error y un sistema confiable. Una simple PC con Windows XP y añadir un poco de memoria bastará para operar adecuadamente la mayoría de las funciones que el sistema realiza. Además no es necesario establecer un centro de mando para el programa, el servidor se puede encontrar en cualquier parte de la casa o incluso instalar el software en una computadora portátil.

## 4.2 Características técnicas de los dispositivos X10

### Direcciones

Existen tres tipos de dispositivos X10, los que sólo pueden transmitir órdenes, los que sólo pueden recibirlas y los que pueden enviar/recibir instrucciones. En la figura 4.2, se muestran los logos con los cuales se pueden identificar a qué tipo de dispositivo pertenece cada módulo.



Figura 4.1 Tipos de dispositivos X10



**Transmisores:** Estos transmisores envían una señal especialmente codificada de bajo voltaje que se añade sobre la señal de voltaje en el cableado. Un transmisor es capaz de enviar información hasta 256 dispositivos conectados al cableado eléctrico. Múltiples transmisores pueden enviar señales al mismo módulo.



**Receptores:** Como los receptores y transmisores pueden comunicarse con 256 direcciones distintas, cuando se usan con algunos controladores de computadoras, estos dispositivos pueden reportar su estado.



**Bidireccionales:** Estos dispositivos toman la señal enviada por los dispositivos transmisores. Una vez que la señal es recibida el dispositivo responde encendiéndose (ON) o apagándose (OFF). Los receptores generalmente tienen un código establecido por el usuario para indicar la dirección del dispositivo. Múltiples dispositivos con el mismo código pueden coexistir y responder al mismo tiempo dentro de una misma casa.

Los dispositivos bidireccionales, tienen la capacidad de responder y confirmar la correcta realización de una orden, lo cual puede ser muy útil cuando el sistema X10 está conectado a un programa de ordenador que muestre los estados en que se encuentra la instalación domótica de la vivienda.



**Inalámbricos:** Permiten conectarse a través de una antena y enviar señales de radio desde una unidad inalámbrica e inyectar la señal X10 en el cableado eléctrico. Estas unidades no están habilitadas para controlar directamente a un receptor X10, debe utilizarse un módulo transceptor (transmisor-receptor).

El sistema X10 contiene comandos estándares por los cuáles los módulos seleccionados con el mismo código de casa pueden actuar simultáneamente. Por ejemplo, todas las luces encendidas (All lights on) ó todas apagadas (All units off).

### ¿Cómo funciona?

El sistema de corrientes portadoras usa la red eléctrica para comunicarse utilizando el protocolo X10 y está conformado por tres tipos de equipos:

1. Módulos: Estos componentes reciben la señal X10 para encender, apagar y/o regular la luz o aparato conectado.
2. Controladores: Estos componentes transmiten señales X10 consiguiendo así el control sobre los módulos.
3. Transmisores RF: Los equipos de radiofrecuencia son similares a los mandos convencionales. La señal de estos equipos se recibe vía radio mediante receptores o controladores domóticos. Éstos convierten las señales RF a señales X10 en la red eléctrica.

### Rango de la señal

Los componentes de radiofrecuencia X10 usan el rango establecido para equipos de consumo (433.92 Mhz) que se utiliza en mandos y sensores. El rango de la señal de radio depende de:

1. El número de paredes y pisos por la que tenga que atravesar y del material con que están contruidos.
2. Otra señal de radio usando la misma frecuencia puede influir en el rango como interferencias.
3. Distorsión por campos electromagnéticos de microprocesadores, por ejemplo de PC's y equipos satelitales. Sí se alejan los dispositivos X10 de estas interferencias la señal mejorará significativamente.
4. El número de módulos que estén transmitiendo y recibiendo.

## Interferencias

Cuando hay más aparatos que estén usando la misma frecuencia para comunicarse (433.92 Mhz), el rango de estos productos puede disminuir significativamente por que distorsionan la señal. Los equipos que pueden influir de manera importante en la calidad de funcionamiento de los equipos pueden ser:

- Teléfonos inalámbricos.
- Altavoces inalámbricos
- Interfonos inalámbricos

Se consigue mayor calidad de señal cuando estas fuentes de emisión están apagadas o alejadas de los dispositivos X10, sin embargo, los aparatos mencionados pueden disminuir la señal de los dispositivos pero en ningún caso pueden actuar sobre ellos.

### 4.3 Módulos X10.

El sistema Home Automation de X10 contiene múltiples módulos destinados para automatizar cualquier espacio. Cada módulo permite controlar remotamente a otro tipo de dispositivo. Algunos módulos ofrecen la comunicación de 2 vías, mientras que otros simplemente reciben los comandos. Para conectar un dispositivo al sistema lo que hay que hacer es instalar o conectar el tipo de módulo correspondiente.

Cualquier módulo X10 se configura asignándole un código de casa y un código de dispositivo girando las dos ruedas selectoras como las que se muestran en la figura 4.2.



**Figura 4.2 Módulo X10. Ruedas para código de dispositivo y código de Hogar.**

Los equipos X10 poseen dos ruedas que son utilizadas para la configuración del código del módulo según su ubicación en la red eléctrica. La segunda, la de color rojo representa el código de hogar que es el que asigna el módulo a un grupo de control y está identificada con las letras de la A a la P. La primera, en color negro representa el número del módulo que corresponde a dicho dispositivo. Se pueden realizar todas las combinaciones posibles entre las dos ruedas para identificar los equipos, pudiendo obtenerse así hasta 256 direcciones distintas que es el máximo número de dispositivos diferenciados que componen un sistema domótico X10. Si dos actuadores tienen los mismos códigos de casa y numérico, ejecutarán simultáneamente las órdenes procedentes de la red eléctrica.

Se pueden clasificar a los actuadores en función del tipo de conexión y la función que realiza, a continuación un resumen de los tipos básicos de estos actuadores.

### 4.3.1 Clasificación de los módulos en función del tipo de conexión

En función del tipo de conexión:

- De pared.
- De casquillo.
- De carril DIN.
- Pulsadores empotrables.
- Módulos de cable.

#### a) Módulos de pared.

En la figura 4.3 se muestra el módulo de pared, cuya ventaja principal de este tipo de dispositivo actuador X10 es que para su conexión no es necesario ningún tipo de cableado, instalación u obra adicional, ya que se conectan en cualquier toma de enchufe estándar de pared.



**Figura 4.3 Módulo X10 de pared.**

Su misión es detectar una instrucción X10 que circule por la instalación eléctrica y en caso de que esta vaya dirigida hacia él, actuar en consecuencia encendiendo o apagando el aparato eléctrico que se encuentra enchufado en él, siempre y cuando éste aparato no tenga su propio interruptor desconectado. Enseguida se describe la forma en que se instala el equipo y en la figura 4.4 se ilustra dicho procedimiento.

1. En primer lugar se asigna su dirección X10 empleando las ruedas de código de hogar (A a la P) y dispositivo (1 a 16).
2. Después hay que conectarle el aparato eléctrico que se quiera controlar con su propio interruptor en posición de encendido.
3. En tercer lugar, se enchufa a la red eléctrica.
4. Hecho esto, el dispositivo ya está listo para responder a cualquier instrucción X10 que llegue al mismo a través de la red eléctrica y que incluya su misma dirección casa y aparato.



**Figura 4.4 Conexión de los módulos X10 de pared.**

Los módulos de pared se clasifican en dos tipos en función de la carga que puede conectárseles, y no sólo de la potencia que pueden conmutar, sino al tipo de carga que soportan (inductiva, resistiva, halógena, etc). Estos tipos de módulo se describen a continuación:

- **De Lámpara.** Admite funciones de ON y OFF y de atenuación (DIMMER) de lámparas de incandescencia desde 40 W hasta 300 W. Responde también a las instrucciones “ALL LIGHTS ON” y “ALL LIGHTS OFF” que encienden y apagan respectivamente todas las luces.
- **De aparato.** Admiten funciones de ON y OFF de aparato de hasta 3500 W. Admiten un máximo de 500 W para lámparas fluorescentes, y corrientes máximas de 1 A para motores y cargas inductivas y 16 A para el resto de cargas. No admiten funciones de atenuación (DIMMER).

#### **b) Módulos de casquillo.**

Al igual que los módulos de pared, el módulo de casquillo (figura 4.5) es un actuador X10 que tiene una conexión muy simple, sin necesidad de cableado, ni de obra, ni de instalación previa. Se puede utilizar sólo con bombillas incandescentes de hasta 60 W de potencia en lámparas cerradas, y 100 W en lámparas abiertas, admite instrucciones X10 de encendido (ON), apagado (OFF), encendido de todas las luces (ALL LIGHTS ON) y apagado de todas las luces (ALL LIGHTS OFF), no permite funciones de regulación.



**Figura 4.5 Módulo X10 de casquillo.**

Su programación es diferente a otros dispositivos, en este caso se procede de la siguiente forma:

1. Desconectar la corriente. Retirar la bombilla del casquillo e insertar el módulo de casquillo en la lámpara.
2. Insertar la bombilla en el casquillo.
3. Restablecer la corriente. La lámpara no se encenderá.
4. Con cualquier controlador X10 (por ejemplo un mando a distancia) con el código de casa del casquillo, presionar 3 veces seguidas, en intervalos de 1 segundo, el código unidad deseado para la bombilla, antes de que pasen 30 segundos desde que se restablezca la corriente. A la tercera vez que se pulse el código unidad, la lámpara se encenderá y el código quedará almacenado en la misma.
5. Para volver a cambiar el código, apagar la lámpara, desconectarla de la corriente, conectarla de nuevo y volver al punto 4.

### c) Módulos de carril DIN.

Su programación y funcionamiento son similares a los de los módulos de pared, pero a diferencia de estos, necesitan cableado adicional desde su ubicación en los carriles DIN (*ver glosario de términos*) hasta las cargas que se desean controlar, aunque en la mayoría de los casos estos cables ya se encuentran disponibles en la propia caja de conexiones donde se encuentra el carril DIN junto con otros dispositivos habituales en estas cajas como los elementos de protección (diferenciales ó magnetotérmicos). (*ver glosario de términos*)



**Figura 4.6 Módulo X10 de carril DIN.**

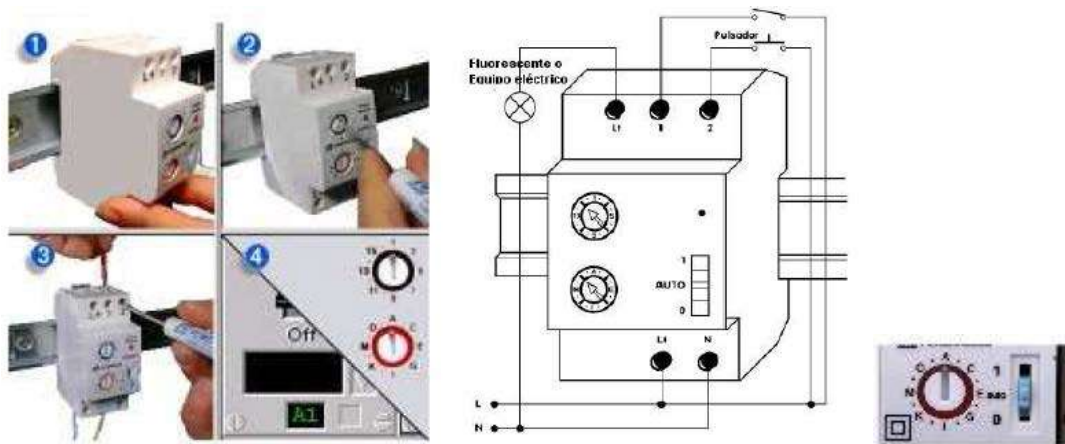
En la figura 4.6 se muestra el módulo de carril, los cuales se utilizan para controlar todos los dispositivos de alguna área de la casa o de un grupo de luces, enchufes, etcétera, ya que en este caso el cableado estaría disponible en la propia caja de conexiones.

A continuación se describe la forma en que se instala y en la figura 4.7 se detalla la forma de poner en operación un módulo de aparato carril DIN:

1. Desconectar la corriente y montar el módulo sobre el carril DIN.
2. Asignar la dirección casa y aparato al módulo, haciendo girar las dos ruedas hasta la posición deseada.
3. Conectar los cables de fase en la terminal L, el neutro a N y la salida de la carga en la terminal L. La terminal 1 del módulo está diseñado para utilizar interruptores de pared convencionales, de forma que se activa el relé del módulo de carril DIN en función de que estos interruptores estén o no pulsados. La terminal 2 está diseñado para utilizar pulsadores, de forma que cada vez que pulsan, el relé cambia de estado (al pulsar la primera vez se activa, la segunda se desactiva, la siguiente se activa, etc.).

Una vez conectado se volverá a dar tensión, rearmando el diferencial o el magnetotérmico y se comprueba el correcto funcionamiento del módulo de carril DIN pulsando el botón de test de su parte frontal. Si este botón se coloca en posición 1, la carga conectada seguirá encendida y no se podrá apagar ni siquiera con los pulsadores de pared. Si se conectan en posición 0, la carga permanecerá apagada permanentemente. En posición AUTO serán las señales X10 o la de los pulsadores conectados los que activen o desactiven la carga.

4. Como el resto de controladores X10, se puede crear un componente virtual en el ordenador utilizando la aplicación Active Home Pro, de esta forma se podrá activar o desactivar el módulo desde la PC.



**Figura 4.7 Conexión para módulos de carril DIN.**

Existen varios tipos diferentes de módulos de carril X10 en función de la carga que puede conectarse y no solo de la potencia que puede soportar, sino del tipo de la misma (inductiva, resistiva, halógena, etc.). La forma de conexión varía ligeramente de uno a otros. El módulo de carril anteriormente descrito, corresponde a un módulo de aparato, ahora se muestran las características de algunos otros tipos:

- **De lámpara.** Diseñado para lámparas de 120 VAC o luces halógenas de 12 V. Admiten funciones ON/OFF y de atenuación (DIMMER) de luces incandescentes desde 40 W hasta 700 W. Responde a las instrucciones “ALL LIGHTS ON” y “ALL LIGHTS OFF” que encienden y apagan respectivamente todas las luces.
- **De aparato.** Admiten función de ON/OFF de cargas con un máximo de 2000 W para lámparas fluorescentes, corrientes máximas de 3A para motores y de 16A para cargas resistivas. No admiten funciones de atenuación (DIMMER).
- **De persiana.** Ocupa 4 espacios en el carril DIN. Carga máxima de 500 VAC, motores de 220 V, 10 A.

#### **d) Módulos pulsadores empotrables.**

Estos dispositivos reemplazan a los interruptores y pulsadores convencionales para el control de luces y aparatos. Las cargas conectadas se activan o desactivan por dos razones, porque se acciona el pulsador incluido en el dispositivo (también puede añadirse otro pulsador externo) o porque reciben una señal X10 que coincida con la que tiene que configurar. Los dos tipos de pulsadores existentes son:

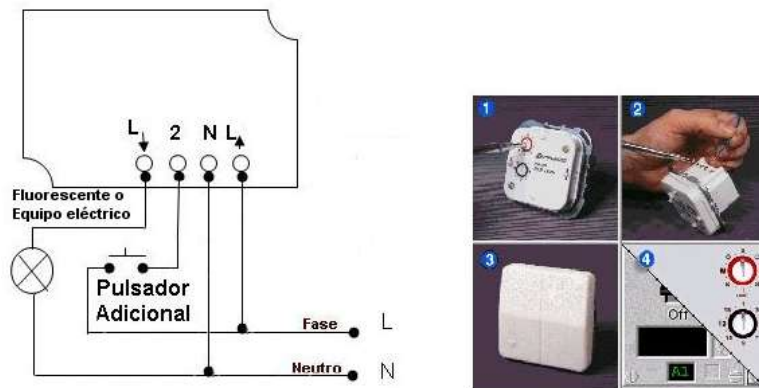
- **De lámpara.** Admiten funciones de ON/OFF y de atenuación (DIMMER) de luces incandescentes desde 60 W a 500 W. Responden también a las instrucciones “ALL LIGHTS ON” y “ALL LIGHTS OFF” que encienden y apagan, respectivamente, todas las luces.

- **De aparato.** Admiten funciones de ON/OFF de cargas con un máximo de 2000 W para cargas resistivas. No admiten funciones de atenuación (DIMMER).

Ahora se describe la forma en que se instalan los módulos pulsadores empotrables y en la figura 4.8 muestra dicho proceso.

1. Para configurarle la dirección, hay que quitar el pulsador, y aparecerán a la vista las dos ruedas con la dirección casa y aparato.
2. Hay que conectar las tomas de tensión, y conectar el dispositivo a la carga (luces, aparatos...).
3. Se vuelve a colocar la tapadera del pulsador.

Y ya está listo para recibir señales X10 desde cualquier fuente, por ejemplo, desde una PC (con Active Home Pro) o desde un control remoto. Por supuesto, la instalación se efectúa sin tensión en la red, que deberá cortarse accionando el magnetotérmico correspondiente.



**Figura 4.8 Conexión de pulsadores empotrables.**

#### **e) Módulos de cable.**

Los módulos de cable como el de la figura 4.9 son dispositivos X10 con la misma función que los de pared, que están diseñados para su instalación en falsos techos o en cajas universales. Los módulos deben conectarse con las cargas uniéndolos a sus respectivos cables. A través de esta conexión cualquier información codificada en el formato X10 accede al módulo, accionándolo en el caso de que la misma contenga los códigos de casa y aparatos con los que se ha configurado previamente el módulo.

Estos módulos con cables permiten controlar aparatos como equipos de música, televisores, ventiladores, calentadores, el aire acondicionado, cafeteras, etc. Estos dispositivos actúan como receptores de señal domótica, es decir, reciben una orden a través de la corriente eléctrica a la que están conectados y la ejecutan. En este caso, esa orden puede ser encender o apagar cualquier electrodoméstico. Soporta hasta 1800 W de potencia.



**Figura 4.9 Módulo X10 con cable**

La conexión a la red de 120VCA se hace uniando el cable negro a neutro, el café a fase y la carga a controlar se conecta al cable azul con la fase de la carga. Es importante desconectar la corriente antes de hacer la instalación

La programación es muy sencilla, sólo hay que asignar el "código de casa" (letra) y el "código de dispositivo" (número) con los diales situados en la parte frontal. Si se quiere encender varios aparatos a la vez con el mismo interruptor, bastará con asignarles los mismos códigos.

#### **4.3.2 Clasificación de los módulos de acuerdo a su uso**

Ahora se describen los módulos de acuerdo a su funcionalidad dentro de sistema:

- **Módulos de lámparas**
- **Módulos de appliance**
- **Módulos universales**
- **Módulo transceiver inalámbrico**
- **Módulos transmisores / receptores**
- **Módulo de persianas**
- **Micro módulos**

##### **a) Módulos de lámparas**

Los módulos de lámpara como el de la figura 4.10 permiten controlar lámparas con bombillas incandescentes. Se conecta el módulo en una toma de CA y después se conecta la lámpara o luminaria en el módulo. Los módulos de lámpara se pueden atenuar pero sólo pueden manejar una cierta carga, por lo que no deben ser usados para electrodomésticos.



**Figura 4.10 Módulo X10 para lámparas**

Una variante en el módulo de la lámpara es el módulos Socket Rocket (figura 4.11).



**Figura 4.11 Módulo X10 Socket Rocket**

Se atornilla directamente en un enchufe enroscable de la luz y realiza las mismas funciones que el módulo de lámpara.

Cuando se trata de control local los dos módulos son problemáticos. Con ambos se puede encender la luz con el interruptor, pero el sistema no sabrá si enciende una luz, y que a veces lleva varios gestos del interruptor. Por esta razón lo mejor es utilizar módulos de lámpara sólo cuando no se necesita para controlar el dispositivo con su propio interruptor.

#### **b) Módulos de appliance (de aparato)**

Diseñado para controlar principalmente aparatos domésticos comunes como ventiladores portátiles, las decoraciones eléctricas, radios, herramientas y más, desde un control remoto o bien con el software Active Home Pro. El módulo de appliance como el que se ilustra en la figura 4.12, puede actuar como módulo de lámpara si no se manejan cargas muy grandes y si las luces no son regulables. Son básicamente un relé de mando a distancia, que hace un "clac" distintivo cuando se activa. Para estos módulos aplican también los mismos problemas de control local que con los módulos de lámpara.

Algunas características importantes de este módulo son:

- Potencia nominal de 15 amperes, 1/3 HP, 500 watts.
- Controla dispositivos como luces fluorescentes, aparatos de aire acondicionado, jacuzzis, informática, cafetera, radio, mantas eléctricas, calentadores de agua, cargadores de baterías, fuentes y bombas de piscina, aspiradoras, etcétera.
- Hay dos modelos para aparatos con enchufe de 2 ó 3 clavijas.
- En cada módulo X10 de aplicación es necesario asignar las direcciones mediante la selección de una letra (código de la casa) y número (unidad de código) para cada módulo instalado.



**Figura 4.12 Módulo appliance X10**

### **c) Módulos universales**

Módulos universales son excelentes para controlar todo tipo de aparato. Cuentan con dos contactos que se activan cuando el módulo recibe un comando. Los contactos pueden manejar hasta 24 VCD, y pueden funcionar como normalmente abierto o normalmente cerrado. Los módulos universales se pueden utilizar para automatizar todo, desde cortinas electrónicas para puertas de garaje e incluso para controlar un horno.

#### **Receptor universal**

Este módulo es un relevador de contactos aislados, dotado de un zumbador de aviso, capaz de trabajar con aplicaciones de corriente continua de hasta 5 Amperes a 24 volts DC. Permite el control de encendido y apagado de aparatos de bajo voltaje o contacto sin tensión mediante un relé, al recibir una señal X10 que actúa sobre él abriendo o cerrando.

Entre sus características de operación están que puede usarse en el modo "*Continuous*" (Continuo) donde el relé o el sonido se mantienen fijos cuando se da la orden de encendido o apagado ("ON/OFF"). O bien en modo "*Momentary*" (Momentáneo) cuando se da la orden "ON", el relé o el sonido, se activan durante 2 segundos aproximadamente y se desactivan a continuación de forma automática. Si se da la orden "OFF", será ignorada.

Además como se muestra en la figura 4.13, el módulo tiene botones de "ON" y "OFF" (Encendido y Apagado) para su actuación manual.



**Figura 4.13 Módulo receptor universal X10**

## Transmisor universal

Sirve para integrar en la domótica X10 sensores externos que se conectan a los bornes del transmisor universal como detectores volumétricos, magnéticos de puertas, fuga de gas, fuga de agua, humo, fuego, etcétera. Cuando los bornes queden en estado "cerrado", se transmitirá una orden por la red eléctrica de la vivienda, cuando vuelvan a pasar a "abierto" se enviará la orden inversa.

Tiene 3 modos de funcionamiento:

Modo 1. Cuando se cierre el contacto, envía una orden "On" para todos los módulos de iluminación que tengan el mismo código de casa que el transmisor, y también para activar el módulo de aparato que tenga el mismo código de casa y unidad que el transmisor. Cuando el contacto vuelva al estado de abierto, las luces permanecerán encendidas y el módulo de aparato se apagará.

Modo 2. Cuando se cierre el contacto, los módulos de iluminación que tengan el mismo código de casa que el transmisor comenzarán a encenderse y apagarse. Cuando el contacto vuelva a abierto, las luces permanecerán encendidas fijas.

Modo 3. Cuando se cierre el contacto se activa cualquier módulo X10, de iluminación y potencia, que tenga el mismo código de casa y unidad que el transmisor, cuando el contacto vuelva a abierto se desactivarán.

Otras aplicaciones que tiene este son:

Este módulo tiene unas teclas de test para la puesta a punto de las aplicaciones.

Permite crear su propio sistema de seguridad.

Puede detectar la apertura de una puerta y poner en marcha una acción,

Sirve como elemento disuasor de seguridad al hacer parpadear las luces y poner en marcha al "perro domótico" creando una atmósfera de caos que ahuyenta a las visitas no deseadas.



**Figura 4.14 Módulo transmisor universal X10**

#### **d) Módulo Transciver inalámbrico**

Elemento necesario para recibir la señal de los controles remotos y sensores de movimiento y enviarla a los módulos y apagadores X10.

El transciver inalámbrico ilustrado en la figura 4.15, es indispensable en el sistema para controlar a distancia luces y aparatos electrónicos cuando se usan controles RF.

- Compatible con controles y sensores X10
- Recibe y transmite la señal de los controles remotos y sensores de movimiento y la envía a los módulos y apagadores X10.
- Cada transciver tiene capacidad para 16 grupos de dispositivos X10
- Funciona como módulo para electrodoméstico
- Permite personalizar la iluminación y los electrodomésticos en el hogar o negocio.
- Expansión: Ilimitada
- Compatibilidad: funciona con controles remotos y sensores de movimiento
- Resistencia de la carga: 15 amperes
- Carga del motor: 1/3 HP

Es necesario tener solo un transciver como unidad base, ya que si hay más de una unidad que utiliza el mismo código de casa habrá colisiones de señales X10.



**Figura 4.15 Módulo Transciver inalámbrico X10**

#### **e) Módulos transmisores / receptores**

##### **Receptor RF/MA**



**Figura 4.16 Módulo Receptor RF/MA**

El módulo receptor como el de la figura 4.16, recoge las señales desde cualquier mando remoto de radio frecuencia de X10, convirtiéndolas en señal portadora de X10. En sí, es un módulo de potencia de 5 amperes que se programa con el código de casa establecido por el usuario y el número de unidad.

El receptor RF / MA, responde al estándar de los mensajes de control como "ALL UNITS OFF" (todas las unidades apagadas) enviada desde cualquier controlador X10 que coincida con el código de casa del módulo, así como las funciones individuales como "ON/OFF", (encendido / apagado).

### **Transmisor X10 –IR**

Este módulo transmisor (figura 4.17) se usa para controlar la mayoría de la funciones de todo tipo de dispositivos controlados con comandos infrarrojos, tales como máquinas de aire acondicionado, equipos multimedia, etcétera. Control de temperaturas de distintas estancias, sin encender y apagar las máquinas, simplemente transmitiendo distintos rangos de temperaturas de consigna o de modos de funcionamiento (Frio, Calor o Ventilación).

Las principales características de este módulo son:

- Módulo que convierte comandos X10 en comandos IR y los transmite para controlar dispositivos IR
- Su instalación es de sobremesa, a una distancia máxima de 7 metros del equipo a controlar.
- Controla hasta 32 comandos IR distintos (On, Off, Vol +, Vol -, T +, T -, etc.) con comandos X10 estándar.
- Controla hasta 16 dispositivos individualmente (A1... A16, con comandos de On y Off).



**Figura 4.17 Transmisor X10–IR**

### **f) Módulo de persianas**

El módulo de persianas como el de la figura 4.18 es un receptor que se puede controlar tanto de forma manual como remota. Su aplicación más habitual es el control de persianas motorizadas. Es capaz de controlar la posición de una persiana o cortina respondiendo a señales X10 o a pulsaciones en la parte frontal de la unidad.

Este módulo reconoce las siguientes instrucciones X10:

- Completamente abierta en respuesta al comando: "ON"
- Completamente cerrada en respuesta al comando: "OFF"
- Ponerse medio abierta en respuesta al comando "BRIGHT" o "DIM"



**Figura 4.18 Módulo de persiana**

### **g) Micro módulos**

Los micromódulos utilizan comunicación X10 y están diseñados para ser situados al fondo de la "caja de mecanismo". El micromódulo es un módulo X10 pequeño con un relé incorporado.

#### **De aparato**

El micromódulo de aparato (figura 4.19) responde al estándar X10 y a todas las instrucciones propias de este tipo de módulo como son "ON" (encendido) / "OFF" (apagado) / "All lights ON" / "All lights OFF" / "All Units OFF" enviadas desde cualquier controlador X10 que coincida con el código de casa del módulo.

Reconoce la acción de un pulsador o de un interruptor. Todos los cierres de contacto momentáneo o continuo deben realizarse a la fase.

Si se emplea un pulsador, el relé cambia de estado cada vez que se realiza una pulsación, siempre y cuando el tiempo del contacto dure menos de 2 segundos.

Si se emplea un conmutador, se asume que el tiempo de contacto tendrá una duración superior a 2 segundos. En este caso el relé cambia de estado al abrir el contacto (OFF) y al cerrarlo (ON). Este tipo de respuesta permitirá a la unidad realizar un control mediante "llaves conmutadas" si se dispone de dos conmutadores.



**Figura 4.19 Micro módulo de aparato X10**

## De iluminación

El micromódulo de iluminación (figura 4.20) es un módulo X10 pequeño con un triac incorporado.

El módulo responde al estándar X10 las instrucciones individuales como "ON" (encendido) / "OFF" (apagado) , "BRIGHT" (aumenta intensidad) / "DIM" (atenúa) / "All lights ON" / "All lights OFF" / "All Units OFF" enviadas desde cualquier controlador X10 que coincida con el código de casa del módulo.

Si se emplea un pulsador, y el relé cambia de estado cada vez que se realiza una pulsación siempre y cuando el tiempo del contacto dure menos de 1 segundo, si es mayor realizará un ciclo de regulación continuo hasta que se suelte.

El micromódulo de iluminación incluye además una memoria que permite guardar el último estado de regulación y al encenderse mantener esta misma graduación.

Incorpora un programa que permite un encendido y apagado "suave" que acomoda la vista a cambios de luminosidad.

En la instalación de este módulo **NO** es necesaria la conexión del cable neutro.



**Figura 4.20 Micro módulo de iluminación X10**

## De persiana

El micromódulo de persiana (figura 4.21) permite controlar una persiana motorizada de forma manual conectándole un pulsador doble sube/baja, o de forma remota mediante comandos X10 enviados por la red eléctrica.

Acepta comandos para subir 100% (ON), bajar 100% (OFF) o regular la apertura de la persiana a una determinada altura, (BRIGHT/DIM), no acepta comandos All Lights On/All Units Off.

Los parámetros de la ventana, como el tamaño y la posición actual, así como la dirección X10 del módulo, se configuran por parte del usuario cuando se pone el módulo en Modo Configuración. Estos parámetros se quedan grabados en memoria permanente, y no se pierden aunque se vaya la luz.

Este módulo se usa para controlar motores de hasta 3 amperes tanto de persianas como estores, toldos, etc.



**Figura 4.21 Micro módulo de persiana X10**

## **4.4 Sensores**

### **4.4.1 Sensores de movimiento RF**

Los sensores de movimiento Hawk Eye, Eagle Eye, Motion Security y Active Eye son sensores de movimiento inalámbricos, por lo que envían señales de radio frecuencia a través del aire hacia un módulo transceptor, luego éste se encarga de pasar las señales de los sensores al cableado eléctrico para accionar los actuadores X10, ya sea para encender luces, electrodomésticos o activar las cámaras de seguridad. En la figura 4.22 se muestra la variedad de los módulos sensores X10.

El uso de sensores otorga la posibilidad de generar ahorro energético debido a que cada vez que se apaga una luz o un calefactor es porque nadie está en la habitación, por lo que se ahorra dinero en la factura de electricidad.

Los sensores de presencia se encargan de activar alguna función cuando detecten la presencia de alguien. Por ejemplo, encenderá las luces cuando alguna persona entre en la habitación. Y con el software de programación Active Home Pro se pueden hacer macros que se activen cuando el sensor detecte presencia o no. Incluso se puede configurar la posibilidad de una iluminación secuenciada.

Los sensores de movimiento cuentan con las siguientes características:

- Se pueden configurar para controlar inalámbricamente todos los dispositivos X10
- Trabajan con la interfaz CM11A para iniciar macros (rutinas preestablecidas) cuando el sensor detecta actividad
- El usuario puede prefijar tiempos de apagado de 1, 2,4, 8,16, 32, 64, o 128 minutos después de haber sido detectada la presencia. El receptor enviará más tarde una señal RF para apagar la luz en el tiempo prefijado por el usuario.
- En el caso del sensor Hawk Eye su instalación se debe realizar solo en interiores, cuenta con una antena extendible, lo que le otorga mayor alcance de visión. Además es configurable en diversos modos de uso.

- El sensor Eagle Eye es resistente a todo tipo de climas y al agua, por lo que su uso se puede generalizar tanto en interiores como en exteriores. Distintos modos de programación y sensibilidad de largo alcance
- El sensor Motion Security es un detector para intrusos en interiores, forma parte de los kits de seguridad de X10. Sensibilidad de mediano alcance entre 6 y 12 metros aproximadamente
- El sensor Active Eye es resistente para su instalación a la intemperie, de corto alcance y corto ángulo de visión, funciona para encender o apagar módulos, controladores y sirenas X10. El sensor tiene una fotocélula incorporada que detecta en la oscuridad.
- Los sensores de largo alcance, tienen una cobertura en campo abierto de hasta 30 metros, aunque en interiores esa capacidad puede bajar hasta 15m, dependiendo de los obstáculos
- Para una mayor cobertura, se pueden utilizar varios sensores unidos a la misma red de comunicación, sin embargo solo se pueden asociar un máximo de 32 sensores en total a un mismo controlador. Este registro permite que el detector envíe las señales de detección a la central de manera codificada y segura.
- Disponen de un selector de sensibilidades (para evitar falsas detecciones de animales domésticos).
- Esta tecnología detecta cambios bruscos de temperatura, por lo que trabajan en conjunto con el equipo de clima artificial
- Cada módulo verifica el estado de las pilas del sensor. Si éstas están bajas el módulo indicará un problema y el LED del frente parpadeará.



**Figura 4.22 Sensores de movimiento X10**

#### **4.4.2 Alarmas Técnicas**

##### **a) Detector de humo**

El detector de humo de la figura 4.23 puede detectar fuegos incipientes de baja temperatura, fuegos abiertos y puede instalarse en cualquier habitación. El detector de humos incorpora las siguientes funciones:

- Monitoriza la generación de humo en las habitaciones.
- Integra un transmisor de señal.
- A través del controlador realizará la llamada de aviso, incluso sin estar armada la seguridad (24h).
- Detecta humo en interiores mediante avisos ópticos y acústicos, así como transmisión inalámbrica hasta 30 metros de cobertura.

Ya que el detector de humos se considera como un detector de emergencia 24h, se instala como si fuera un módulo, por lo que tiene un límite de hasta 16 detectores a registrar en un mismo controlador.

NOTA: NO SE DEBE COLOCAR EN COCINA, ya que desde ahí podría producir falsas alarmas.



**Figura 4.23 Detector de humo**

#### **b) Detector de nivel de agua**

El detector de nivel de agua en la figura 4.24 se utiliza para detectar el exceso o la ausencia de agua por ejemplo en cisternas, tinacos, aljibes, piscinas, fuentes o se puede instalar en lugares donde habitualmente existen inundaciones. En síntesis donde quiera que se necesite mantener controlado el nivel de agua.

Consiste en un transmisor RF, un contacto magnético y una sonda de inundación. Dicho transmisor RF se utiliza como detector de inundación, conectando la sonda de inundación a la entrada auxiliar N/A del transmisor RF y enviará alarma en el caso de una detección de fuga de agua.



**Figura 4.24 Detector de inundación RF**

#### **c) Sensor de apertura NC / NA**

Los sensores de cierre de contacto normalmente cerrado y abierto tienen un funcionamiento similar, solamente la diferencia radica en la forma en que éstos actúan sobre la instalación.

El sensor de apertura normalmente cerrado consiste en un transmisor RF y un contacto magnético. El contacto magnético consta de un imán. Normalmente el imán cierra el contacto con el sensor. Si se abre una puerta o una ventana, el contacto se abrirá y enviará una señal a la consola (el indicador rojo se encenderá).

De igual manera, el sensor de apertura normalmente abierto es también un transmisor RF con un contacto magnético. Si se abre una puerta o una ventana, el contacto se cerrará y enviará una señal a la consola (el indicador rojo se encenderá). Físicamente el módulo de estos sensores igual al que se muestra en la figura 4.25, solo hay que establecerlo como NC ó NA. Otras características importantes son:

- Sensores de contacto comunicados inalámbricamente (vía radio) para el sistema controlador de seguridad.
- Dispone de un contacto para conectar cualquier tipo de sensor (gas, agua, humos, etc.), actuando así de Transmisor Universal de señal de seguridad vía RF.
- Señal RF codificada y segura, cobertura hasta 30 metros.
- Se pueden añadir hasta 32 sensores y detectores RF.
- Se colocan en los marcos de puertas y ventanas.



**Figura 4.25 Sensor de apertura NC / NA**

#### **d) Sensor detector de rotura de cristales**

El detector de rotura de cristales (figura 4.26) utiliza una doble tecnología para detectar la rotura de cristales, un sensor de vibraciones y un sensor de sonido de alta frecuencia, lo que asegura que el detector no se active por otros ruidos.

Se adhiere al cristal mediante un adhesivo y envía una señal por radio frecuencia a la consola central de alarma X10 cuando se rompe el cristal. Un pequeño interruptor con dos posiciones permite ajustar la sensibilidad de los sensores. Este detector emite una señal de "auto chequeo" de forma automática a la central de alarma cada 90 minutos aproximadamente, para detectar su correcto funcionamiento y el agotamiento de las pilas.

La central de alarma no se activará si uno de los detectores no ha respondido. Obviamente se puede anular temporalmente un determinado detector tan solo con pulsar un botón en la central de alarma. La instalación de este sensor es muy sencilla, solo hay que fijarlo sobre el cristal de la ventana. Y no hay que asignarle ningún código X10 ya que genera un código aleatorio de forma automática al activarlo.



**Figura 4.26 Detector de rotura de cristales X10**

### e) Sensor de movimiento con reflectores

El detector de movimiento con reflectores que se muestra en la figura 4.27, integra todas las tareas de los sensores X10 convencionales. Además la particularidad de funcionar como controlador hasta para 8 módulos X10 instalados. Por su diseño es ideal para instalarlo en áreas abiertas a la intemperie como estacionamientos o jardines. Entre sus funciones más importantes están las múltiples tareas que se le pueden configurar en su panel de control, como pueden ser encender las luces o apagarlas cuando el sensor detecte el día o la noche. O bien encender las luces junto con otros dispositivos cuando el sensor detecte presencia, incluso ajustar la sensibilidad del nivel de luz. Trabaja en conjunto con el sistema de seguridad X10 con su función de simulador de presencia.



Figura 4.27 Detector de movimiento con reflectores

### f) Detector de fugas de gas

Detector de RF (figura 4.28) para los gases tales como butano, propano, gas LP, monóxido de carbono o gas natural. Funcionar como un indicador de la inadecuada concentración de estos gases, y si es el caso, libera una señal de alerta a través de una alarma audible de 85 dB. También puede trabajar en conjunto con la consola de seguridad ya que ofrece la posibilidad de alertas telefónicas remotas.

Se recomienda su instalación a 30 cm del suelo para gases como butano, propano o gas licuado y unos 30 cm del techo para detectar monóxido de carbono o gas natural. Después

de la detección, además de la emisión de la potente alarma sonora, deja registro de la alerta en la consola central de seguridad para que ésta pueda complementar la alarma con funciones como transmitir la alarma a una sirena al aire libre ó reportar el incidente a diversos usuarios a través de una llamada telefónica.



**Figura 4.28 Detector de fugas de gas X10**

## **4.5 Interruptores**

### **4.5.1 Interruptor de superficie RF (remoto)**

Al igual que los sensores de movimiento, los interruptores de superficie remotos transmiten señales de X10 a través de señales de radio frecuencia, además son delgados y portables, lo que significa que se puede colocar en cualquier lugar. Es una gran alternativa a los agujeros de perforación y tendido de cables si es necesario instalar un nuevo switch.

Como se observa en la figura 4.29 este delgado interruptor inalámbrico funciona como control remoto para cualquier módulo de aparato o luces. Los tres botones superiores son para encender o apagar los módulos y el botón inferior es para la regulación.



**Figura 4.29 Interruptor remoto X10**

### **4.5.2 Interruptor de pared**

Como se muestra en la figura 4.30 es un módulo interruptor de pared el cual reemplaza a un interruptor de pared convencional, puesto que utiliza la misma caja del interruptor y el cableado, además son discretos y fáciles de instalar.

Como módulos son muy versátiles ya que cuentan con diversas versiones de caratula sobre su diseño básico para los diferentes modelos, aunque su funcionamiento es muy similar.

Básicamente, estos módulos controlan el encendido y apagado de cualquier foco incandescente. Además tienen la función de atenuar gradualmente la luz hasta apagarse, y guarda el nivel del brillo cada vez que se enciende.



**Figura 4.30 Interruptores de pared X10**

#### 4.6 Módulos de contactos X10

Los módulos de contacto (figura 4.31) son bases de tomacorriente con características de controlador domótico. Dependiendo del modelo, se utiliza como módulo de conmutación (ON / OFF) para cualquier aparato conectado en él. Cuenta con la función de DIMMER.

Controla dispositivos tales como lámparas, luces fluorescentes, aparatos de aire acondicionado, jacuzzis, informática, cafetera, radio, mantas eléctricas, calentadores de agua, cargadores de baterías, fuentes y bombas de piscina, aspiradoras, etcétera.

Consta de dos tomacorrientes. El inferior funciona como un contacto normal, pero el superior permite controlar inalámbricamente cualquier aparato o lámpara que se conecte en él. Además puede ser controlado con cualquier control remoto X10 ó desde la computadora con el software Active Home.



**Figura 4.31 Contactos de pared X10**

#### 4.7 Mandos controladores

El sistema X10 cuenta con muchas maneras de controlar sus módulos actuadores, sin embargo una de las formas más usadas es a través de dispositivos controladores manuales o de estación como pueden ser los mandos a control remoto, controles Palm Pad, controladores de estación, consolas multimedios y hasta controles portables tipo llavero.

#### **4.7.1 Mandos a control remoto RF / IR**

Los mandos a control remoto tienen la capacidad de combinar muchos tipos de controles remotos y ser compatibles con una amplia selección de equipos de TV, video, CD, audio, receptores de televisión por satélite y cable disponibles en el mercado, PC y equipos de domótica X10 instalados.

Simplemente hay que programar el código del equipo a controlar, con la librería de códigos que se adjunta y estará listo para ser controlado desde los mandos a control remoto RF / IR. Incluso, puede controlar aparatos que no están disponibles en la librería de códigos del mando, por lo que es capaz de aprender nuevos comandos de cualquier mando remoto por infrarrojos.

Otra funcionalidad de los mandos a control remoto son la transmisión X10 por señales infrarrojas y de radiofrecuencia permitiendo que con un controlador X10 apropiado se puedan manejar diferentes aparatos remotamente.

Utilizando el acceso control domótico, se podrán manipular hasta 256 aparatos, luces, persianas, etcétera, conectados a módulos X10 instalados en la vivienda, así como otras las funciones como ALL LIGHTS ON (encender todas las luces) ALL UNITS OFF (apagar todas las unidades), regulación de las luces y ON / OFF. Para ello se necesitará añadir un receptor RF/MA o un controlador receptor IR.

Además, utilizados con el receptor de control de infrarrojo, se podrá controlar cualquier equipo de audio y video desde cualquier lugar de la casa y con el receptor de mouse remote se podrá incluso controlar la PC.

Las características mencionadas anteriormente forman parte del funcionamiento básico de estos controles, sin embargo cada control cuenta con características particulares propias a su diseño que permiten ampliar la variedad de estos controladores. Enseguida se describen las particularidades de los 3 tipos de controles más comunes.

##### **a) Mando multimedia RF/IR**

- Incluye tecnología X10 y permite desde cualquier punto del hogar el control de luces y aparatos del sistema domótico X10 en el modo “control domótico X10”.
- Con un sólo mando tendrá un control total sobre su entorno. Encienda la televisión, reproduzca sus películas favoritas en su video o DVD mientras baja las persianas del salón y regula la iluminación de la habitación.
- Con él podrá sustituir hasta 6 mandos a distancia convencionales (TV, Video, DVD, Parabólica, etc.) en uno sólo gracias a su función de aprendizaje LEARN.
- Con el mando multimedia se pueden programar hasta 2 accesos rápidos directos con 16 aplicaciones preferidas como encender la TV en modo de video, conectar el DVD y ponerlo en marcha a la vez que se apagan las luces, ó bajar las persianas y poner en marcha el equipo de sonido con altavoces envolventes, todo con una

simple pulsación. La figura 4.32 muestra físicamente el mando controlador multimedia universal RF/IR.



**Figura 4.32 Mando multimedia universal RF/IR**

**b) Mando multimedia universal RF/IR con pantalla táctil**

- Es compatible con una amplia selección de equipos de TV, vídeo, CD, audio, receptores de televisión por satélite y cable disponibles en el mercado.
- Con él se podrá sustituir hasta 8 mandos a distancia convencionales (TV, Video, DVD, Parabólica, etc.) en uno sólo gracias a su función de aprendizaje LEARN.
- Con un solo mando tendrá un control total sobre su entorno, con la ventaja de utilizar su pantalla LCD táctil para el control simplificado de las funciones. Además incluye el control del sistema domótico X10 en el modo “control domótico X10”.
- Con el mando multimedia táctil se pueden programar hasta 2 accesos rápidos directos con 16 aplicaciones preferidas como encender la TV en modo de video, conectar el DVD y ponerlo en marcha a la vez que se apagan las luces, ó bajar las persianas y poner en marcha el equipo de sonido con altavoces envolventes, todo con una simple pulsación. La figura 4.33 muestra físicamente el mando controlador multimedia táctil RF/IR.



**Figura 4.33 Mando multimedia táctil RF/IR**

**c) Mando multimedia universal TFT RF/IR**

- Tiene muchas características únicas disponibles a través de la pantalla a color de alta calidad y los menús configurables. La pantalla muestra íconos que se configuran fácilmente por ejemplo para representar los canales de televisión. De esta manera se puede crear un menú visual de acceso rápido hacia los canales con solo pulsar la tecla correspondiente a su canal favorito.

- Con él podrá sustituir hasta 10 mandos a distancia convencionales (TV, Video, DVD, Parabólica, etc.) en uno sólo gracias a su función de aprendizaje. Puede guardar en su memoria las preferencias del usuario, así como grabar accesos rápidos y personalizados. Se pueden programar accesos rápidos como encender la TV en modo de video, conectar el DVD y ponerlo en marcha a la vez que se apagan las luces, ó bajar las persianas y poner en marcha el equipo de sonido con altavoces envolventes, todo con una simple pulsación. La figura 4.34 muestra físicamente el mando controlador multimedia universal TFT RF/IR.



**Figura 4.34 Mando multimedia universal TFT RF/IR**

#### **4.7.2 Controladores de estación**

Son consolas de mando que tienen un panel de botones para activar los distintos módulos. Ideal para colocar este tipo controlador junto al sillón, en la mesa de noche, o en su escritorio para tener a mano el control del sistema domótico X10 incluyendo módulos de lámparas y electrodomésticos, tomas de pared y módulos universales. Fácil funcionamiento, simplemente se enchufa a cualquier tomacorriente. En la figura 4.35 se muestran algunos modelos de controladores de estación.

Este controlador tiene cobertura total de los módulos instalados, con solo cambiar la rueda de código de casa en la parte frontal del controlador puede controlar fácilmente todas las 256 direcciones X10. Además, se puede utilizar para enviar señales a los controladores de 2 vías inteligentes para activar comandos macros.

El panel de botones cuenta con teclas de equipo, es decir las unidades soportadas por cada dirección. Y teclas de función como ON / OFF, DIM / BRIGHT y todos / On ó todos OFF.

Para controlar un dispositivo, basta con pulsar la tecla correspondiente al dispositivo que desea controlar. A continuación, pulse el botón ON / OFF o DIM tecla de comando / BRIGHT. Eso es todo lo que hay que hacer. Incluso hay algunos con un LED indicador que permite saber cuándo se están enviando los comandos X10.

Con la función "Grupo" se puede manejar fácilmente varios dispositivos individuales al unísono, lo que le permite gestionar de forma rápida las luces y los electrodomésticos en una habitación determinada o en todo su hogar.

Entre otras ventajas que proporciona utilizar este tipo controles están las siguientes:

Confort: Permiten encender, apagar y controlar el nivel de iluminación de múltiples equipos eléctricos o luces incandescentes desde el propio teclado que incorpora. Programar funciones, por ejemplo, para despertarse por la mañana mediante el encendido de la luz, su programa de radio o TV favorito, encender la cafetera y la tostadora., etc.

Ahorro: En el caso del mini programador permite programar el funcionamiento de equipos automáticos, aprovechando así la tarifa nocturna. En total se pueden programar hasta 4 equipos eléctricos, con opción de que la programación sea diaria o semanal.

Seguridad: Permite simular presencia en la vivienda encendiendo y apagando luces, aparatos de radio y televisión, etc, y todo ello a distintas horas del día y de forma aleatoria (se marca un rango de actuación distinto cada día).



**Figura 4.35 Módulos controladores de estación**

### **4.7.3 Controles digitales**

En este apartado se menciona principalmente al controlador de X10 eye Touch que se muestra en la figura 4.36, el cual es una unidad de control con pantalla táctil que trabaja por medio de una aplicación de software que no requiere ningún tipo de programación por parte del usuario, ni otras herramientas de desarrollo o configuración específicas. El equipo se instala empotrado en pared, en caja de derivación de electricidad de dimensiones estándar.

Las ventajas de este tipo de control son:

- Control de climatización (sensor de temperatura incluido) / Control de iluminación, enchufes y motores.
- Gestión de alarmas técnicas. / Registro de eventos. / Códigos de usuario.
- Ampliación de sensores y actuadores.
- Creación de escenas por el usuario. / Agendas programación, diarias y semanales con precisión en minutos.
- Programaciones múltiples para módulos o escenas. Simulación de presencia.
- Mensajes del usuario, Post-It, en pantalla. / Idioma configurable. / Zumbador.
- Un puerto Ethernet, para el control desde cualquier PC, PDA o a través de Internet.

- Reloj de tiempo real (RTC) con batería.

Entre las diversas aplicaciones que se le pueden dar a este módulo están las siguientes:

- Gestión domótica de la vivienda a través de pantalla táctil, PC, PDA o Internet.
- Gestión de alarmas técnicas cableadas (detección y corte de electroválvula) gracias a los Módulos de 8 entradas y 8 salidas.)
- Ampliación de actuadores para luces, persianas y aparatos sin necesidad de obra gracias a la tecnología X10.
- Ampliación de sensores vía radio gracias a adaptadores de radio para el módulo de entradas/salidas.
- Gestión de temperatura global (termostato integrado en pantalla) y actuación mediante X10 o cableado.
- Programaciones horarias para luces, aparatos, riego, persianas, etcétera.
- Simulación de presencia cuando se encuentre fuera, encendiendo y apagando luces, persianas, aparatos.
- Gestión de la temperatura de cada zona con el sistema de climatización
- Gestión de la distribución de audio y video en cada una de las estancias de la vivienda



**Figura 4.36 eyeTOUCH—PANTALLA TÁCTIL X10**

#### **4.7.4 Controles Palm Pad**

Son controladores en cuyo panel tienen botones para controlar múltiples dispositivos, entre sus principales características están:

- Controla hasta 16 módulos X10 (de luces o aparatos) remotamente desde fuera o dentro de la casa.
- Puede encender o apagar, aumentar la intensidad o atenuar la iluminación con los módulos programados con el mismo código de casa.
- Con un botón, puede seleccionar el Código de Unidad 1-8 al 9-16.
- Ejecuta hasta 16 macros a través de la interfaz y su software Active Home Pro.

- Envía señales vía radio al receptor de radio frecuencia o cualquier consola de seguridad X10.
- Enciende y apaga su sistema de seguridad y alarmas.
- Control de luces y electrodomésticos desde el control.
- Botón de pánico para activar en caso de emergencia la alarma.

Otra de las aplicaciones para este tipo de controles está en que forma parte de los kits de seguridad X10, en los cuales se añaden a su panel otras funcionalidades destinadas para los propósitos de seguridad. El mando a distancia puede ser usado para manipular el sistema de video vigilancia, sirve como cambiador para el monitoreo de hasta 4 cámaras y para ajustar su posición, incluso como controlador para el software gestor de cámaras IWatchOut.

Estos mandos a distancia permiten armar, total o parcialmente, y desarmar la seguridad de las centrales controladoras LCD y telefónicas. Tiene una cobertura en campo abierto de hasta 30 metros, aunque en interiores esa capacidad puede bajar hasta 15m.

Además, si alguno de los códigos X10 se asocia a una macro del programador PC, permite crear preferencias como escenas de bienvenida (encender luz pasillo, subir persianas...), despedida (apagar todas las luces y bajar todas las persianas), ver cine (regular luces salón y bajar persianas), etcétera. En la figura 4.37 se muestran algunos de los controladores manuales Palm Pad.



**Figura 4.37 Módulos controladores Palm Pad**

#### **4.7.5 Controles portables**

X10 añade portabilidad a su sistema domótico con su línea de mandos de bolsillo. Estos controles integran las características básicas de los controles grandes, con la ventaja de poderlos llevar a cualquier sitio sin ocupar mucho espacio. Hay 3 tipos de estos controles, el control remoto tipo llavero (figura 4.38), el control remoto tipo tarjeta (figura 4.39) y el mini mando de seguridad (4.40) cada uno de ellos con sus características propias.

Las funciones básicas de estos mini controladores son las siguientes:

- Este mando portátil controla luces o aparatos desde cualquier lugar dentro de casa o desde el exterior.

- Utilizando el software de programación Active Home Pro y la interfaz, el mini mando puede activar macros.
- Permite controlar los módulos X10 con las funciones encendido / apagado / control de intensidad.
- Sus códigos X10 están pre configurados, sin embargo se puede modificar fácilmente los códigos de casa y unidad mediante una combinación de pulsaciones de las teclas.
- Además el código X10 de la consola se asocia a una macro del Programador PC, permite controlar otras funciones como encender luz pasillo, subir persianas y accesos.

Las características mencionadas anteriormente forman parte del funcionamiento básico de estos controles, sin embargo cada control cuenta con características particulares propias a su diseño que permiten ampliar la variedad de estos controladores. A continuación se describen las particularidades de los 3 tipos de controles más comunes.

#### a) Control remoto tipo llavero



- Programable para controlar hasta 2 dispositivos X10
- Se puede programar fácil y rápidamente para controlar hasta otros 16 dispositivos X10
- Rango de alcance: 12 metros
- Controla la intensidad de las luces (DIMMER)
- Se utiliza en conjunto con un receptor de señales X10, como pueden ser el transceiver RF o la interfaz.
- Se puede usar para activar electrodomésticos, solo hay que programarlo en conjunto con el receptor RF y un modulo de appliance.

**Figura 4.38 Mando RF-2 SLIMFIRE tipo llavero**

#### b) Mando tipo tarjeta



- Este mando portátil controla luces o aparatos desde cualquier lugar dentro de su casa o desde el exterior, ya sea en el jardín o desde el coche.
- Utilizando el software de programación Active Home Pro y la interfaz, el mini mando RF-4 SLIMFIRE puede controlar hasta 8 macros.
- Permite controlar 4 módulos X10 con las funciones encendido / apagado / control de intensidad.
- Sus códigos X10 están pre configurados como A1, A2, A3 y A4. Puede cambiar fácilmente los códigos de casa y unidad mediante una combinación de pulsaciones de las teclas.

**Figura 4.39 Mando RF-4 SLIMFIRE tipo tarjeta**

### c) Mini mando de seguridad



#### Características:

- Pequeño mando a distancia de diseño ultra fino en forma de llavero
- Permite armar/desarmar la seguridad.
- También permite encender y apagar 1 modulo X10.
- Incluye 2 botones de pánico.
- Cobertura RF de hasta 15 metros.
- Posibilidad de añadir hasta 16 mandos asociados al sistema.
- Encendido y apagado de 1 código X10.

**Figura 4.40 Mini mando de seguridad**

## 4.8 Filtros para la red eléctrica

Aunque es muy probable que la instalación funcione correctamente sin ningún tipo de filtro, de ser necesario, es posible instalar filtros X10 para evitar los problemas de elementos que puedan introducir ruido o cualquier otra perturbación en nuestro circuito domótico y distorsionar nuestras señales. Con el filtro se eliminan todas las ondas de una frecuencia cercana a los 120 Khz que pueda producir cualquier dispositivo eléctrico de la vivienda: Microondas, ordenadores, lavadoras, etc. Por otra parte este filtro tiene la misión de actuar como una barrera en la vivienda evitando que señales domóticas de otra vivienda puedan interferir en nuestro sistema. Las características de estos módulos se detallan a continuación.

Las fuentes típicas que producen interferencias activas son los aparatos que no disponen de un mecanismo de supresión de interferencias adecuado que cumpla las normativas en éste campo. Además, existen sistemas de intercomunicadores sin cable que utilizan señales transmitidas por la red eléctrica y transmiten señales de alta frecuencia pero a la vez también producen interferencias por la red eléctrica.

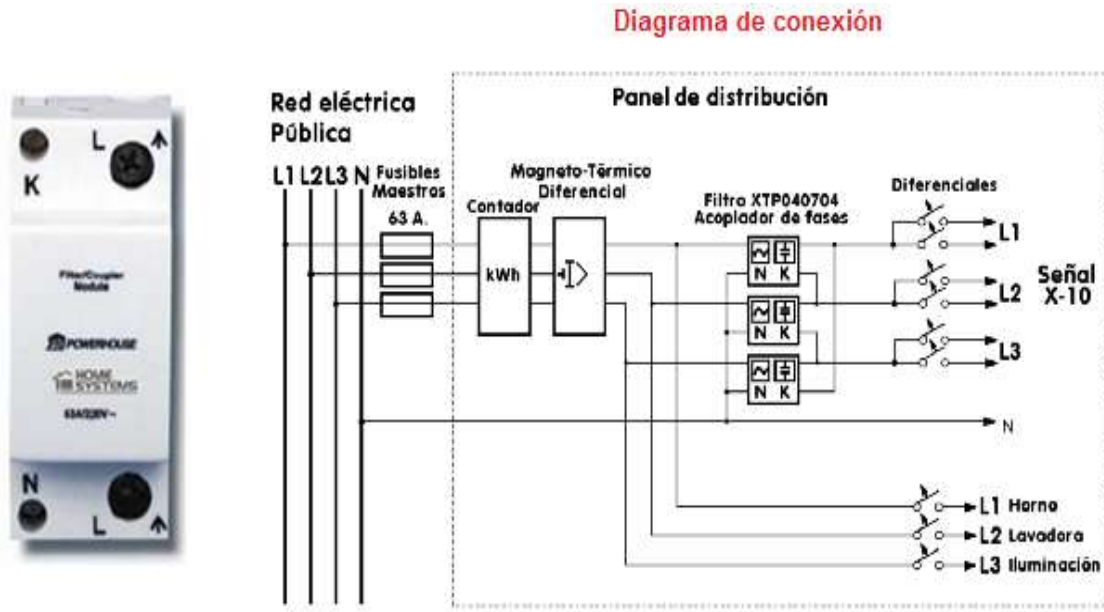
Estas perturbaciones también pueden introducirse en la vivienda desde fuera, como por ejemplo de los vecinos o instalaciones industriales cercanas.

### 4.8.1 Filtro acoplador DIN

- Filtrado de señales X10 o interferencias provocadas por otros sistemas que utilizan la red eléctrica.
- Este dispositivo permite el acoplo de las fases en instalaciones trifásicas para la recepción de órdenes X10.
- Previene que la señal X10 pueda salir o entrar a la vivienda.
- Las señales de transmisión de pulsos de alta frecuencia por red pueden efectuar, por activa o pasiva, interferencias.

- Instalando correctamente el filtro/acoplador, se eliminarán las interferencias y se tendrá fidelidad en las señales transmitidas.
- Las interferencias son subsanadas ya que las técnicas de filtrado dinámico del sistema de portadoras X10 aseguran un correcto funcionamiento.

La figura 4.41 muestra al filtro acoplador DIN así como su diagrama de conexión.



**Figura 4.41 Filtro acoplador DIN**

#### 4.8.2 Filtro regleta

- El Filtro con regleta de enchufes (figura 4.42) permite aislar ruidos e interferencias de electrodomésticos dentro de la vivienda.
- Se interpone entre la toma de red eléctrica y el dispositivo que deseamos aislar porque produce ruidos y/o armónicos. Aumenta la impedancia X10 de entrada y tiene una calidad de filtrado superior.
- Instalando correctamente este filtro se eliminan las interferencias que se puedan generar. (Frecuencia principal 120kHz).

Otras fuentes de interferencias y de pérdida de señal X10 pueden ser: PCs, pantallas de plasma, fuentes conmutadas, motores con escobillas sucias, transmisores de video o audio por la red eléctrica, etc.

Este filtro para bajas impedancias se utiliza para corregir la impedancia característica de la línea cuando se conectan dispositivos que presentan una impedancia de entrada baja, por ejemplo equipos informáticos.



**Figura 4.42 Filtro regleta**

#### **4.8.3 Filtro con cable XPF**

- Aumenta la fidelidad de la transmisión de las señales X10
- Bloquea el ruido generado por grandes electrodomésticos como refrigeradores, acondicionadores de aire, jacuzzis y otros. Este módulo se asegurará que las señales X10 que se envían por la red eléctrica lleguen a su destino con la mínima interferencia.
- Ofrece una instalación fácil incluso para instalaciones trifásicas y es perfecto para el bloqueo de dispositivos de alta corriente que funcionan a 20 amperes. También evita que las señales X10 sean absorbidas o disipadas por cargas parasitas o sobrecargas provenientes de otros equipos de alto consumo eléctrico.
- Se conecta sobre la línea eléctrica, y la línea del módulo que lleva corriente filtrada (cable rojo) se conecta a la clavija del aparato que sea posible fuente de ruido eléctrico.

En la figura 4.43 está el módulo XPF que es un filtro supresor de interferencias eléctricas que podrían alterar el funcionamiento del sistema domótico.



**Figura 4.43 Filtro supresor de ruido de 20 amperes**

## 4.9 Módulos estabilizadores de señal

Los módulos estabilizadores de señal (figura 4.44) repiten y amplifican señales X10 de baja intensidad que viajan sobre la línea eléctrica, así como realiza las funciones de enlace entre fases cuando existe más de una en la instalación eléctrica de la casa.

Cumplen con la importante tarea de optimizar y conjuntar la instalación eléctrica con las señales producidas por los equipos X10. Sirven como acoplador, repetidor, regenerador y al mismo tiempo refuerza las señales X10 de baja intensidad que podrían no transmitirse correctamente por las diversas perturbaciones que existen en el cableado eléctrico. La otra función importante de estos módulos es que sirven como enlace entre las fases de la red, siempre y cuando se cuente con este tipo de instalación.



**Figura 4.44 Módulo XPCR acoplador, repetidor y amplificador de señales X10**

## 4.10 Controlador Termostato

El controlador termostato (figura 4.45) es compatible con cualquier sistema de clima pre instalado. Permite regular la calefacción o encender el aire acondicionado hasta que la temperatura ambiente se torne agradable. Utilizar este sistema, otorga la posibilidad de operar el clima artificial solo durante el tiempo que se requiere, por lo que permite ahorrar energía y dinero. Es posible manipular al termostato desde diversas plataformas remotas ya sea con los controles manuales, vía telefónica, vía internet o con el software de control Active Home. Fácil de instalar, solo hay que conectar el módulo termostato a las terminales de cargador y este a su vez a un modulo de aparato X10 para conectarlo así a cualquier contacto de la casa.

Las principales características de este módulo son:

- Controla los sistemas de calefacción y de aire acondicionado desde los mandos X10
- Mantiene la temperatura de las habitaciones estable
- Se puede controlar y manipular el sistema de clima de múltiples controladores locales o remotos
- Mantener controlado el sistema de clima, permite generar ahorros tanto de energía como de dinero
- Utilizando este sistema se puede atenuar el clima desde 5, 10 y hasta 15 grados



**Figura 4.45 Controlador de termostato X10**

## **4.11 Seguridad**

Las aplicaciones de seguridad contemplan tanto la seguridad de las personas como la seguridad de los bienes materiales. Hay que destacar que existen dos tipos de sistemas anti-intrusión que son los siguientes:

- 1) Protección perimetral: protege el área alrededor y dentro de la misma vivienda a través de puertas y ventanas. Principalmente utiliza barreras infrarrojas de exterior en bardas, el jardín, ventanas y puertas; además de sensores de contacto magnético de puerta/ventana y sensores de rotura de cristal.
- 2) Protección del interior: protege de intrusión dentro de la misma vivienda. Se utiliza normalmente sensores de detección de movimiento con tecnologías infrarroja y ultrasónica.

La alarma técnica consiste en un conjunto de detectores (incendio, gas, humo, inundación, etc.) que en caso de producirse fuegos o escapes de flúidos, posibles errores en la instalación o mal uso involuntario detectan la anomalía y proceden al corte del suministro mediante la válvula de flúidos, la desconexión de los circuitos eléctricos y otras actuaciones previstas. También pueden configurarse para que den un aviso de entre los siguientes:

- 1) Local: sirenas, timbres, luces, mensajes hablados etc.
- 2) Remoto: a las Centrales Receptoras de Alarmas y/o al usuario final directamente, a través del teléfono convencional, móvil, correo electrónico o similar.

Además la casa puede estar preparada para actuar automáticamente según la alarma, adicionalmente del aviso, como por ejemplo:

- Si hay un escape de agua corta el suministro de agua con la electro-válvula de agua.
- Si hay un escape de gas corta el suministro de gas con la electro-válvula de gas.
- Si hay humo puede subir o bajar persianas según la necesidad pre-programada.

También pueden avisar de fallas de suministro eléctrico ó de línea telefónica. Y con algunos sistemas modernos se puede realizar una re-configuración automática para volver a activar algunos sistemas.

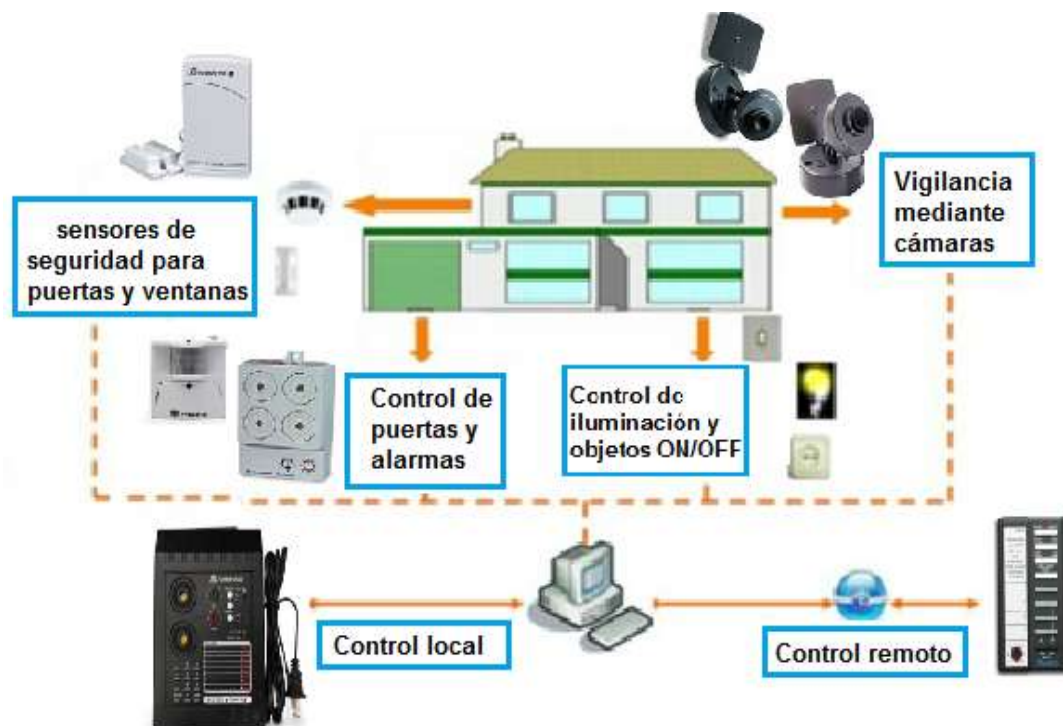
La simulación de presencia consiste en la activación aleatoria de algunos elementos como la iluminación y las persianas en los periodos en que la vivienda no está ocupada, creando una sensación de actividad en su interior.

Alarmas personales: existen dos tipos de alarmas personales destinadas al hogar personal.

- Aviso SOS o pánico: se utiliza en casos de emergencias graves tipo en casos que hay intrusos, de robo o ataques personales realizados dentro o justo fuera de la vivienda.
- Avisos de asistencia: se utiliza para llamar la atención de necesidad de asistencia personal principalmente para personas de tercera edad o gente discapacitada.

Las interfaces suelen ser botones en las mismas centrales de seguridad o botones en los llaveros, y para avisos de asistencia hay pulsadores de forma reloj o colgante que manda una señal vía radio en caso de caída o al encontrarse mal.

La figura 4.46 muestra un bosquejo de la distribución de la instalación del sistema de seguridad X10.



**Figura 4.46 Sistema de seguridad X10 en una vivienda**

#### 4.11.1 Elementos del kit de seguridad X10

En una vivienda, la seguridad es de los aspectos más importantes a considerar debido a los grandes peligros que se presentan diariamente. La domótica aplicada en el campo de la seguridad cuenta con diversos sistemas con los cuales se puede proteger el bienestar de la persona y todos sus bienes personales.

X10 ofrece este tipo de sistema el cual se conforma de diversos dispositivos domóticos que actúan recibiendo una señal por medio de sensores y producen una respuesta mediante actuadores, tales como una alarma, el sistema de video, un corte energía en el sistema eléctrico de la vivienda, emitiendo un mensaje de texto o una llamada telefónica etc. Existen cuatro tipos de dispositivos de seguridad los cuales se detallan a continuación.

##### a) Sirenas

Las alarmas sonoras también llamadas sirenas, son un complemento necesario para cualquier sistema de seguridad. X10 cuenta con módulos de éste tipo. Se pueden colocar varias sirenas en diferentes puntos y programar todas con el mismo código. Responden tanto a la señal de emisión de su central de alarma como al "botón de pánico" de los mandos o controladores. La figura 4.47 muestra un par de ejemplos de módulos de sirenas X10.



**Figura 4.47 Alarmas X10**

##### b) Consolas de seguridad

Las consolas de seguridad son los mandos centrales para el sistema, ya que en ellos se integran todas las funciones de control y activación de los dispositivos que conforman el kit de seguridad. En la figura 4.48 están dos de las más usadas consolas de seguridad.

Estos dispositivos responden al detectar alguna señal de peligro en la vivienda, dado que añaden funciones para actuar inmediatamente tales como:

- ✓ Activa las alarmas conectadas
- ✓ Enciende y apaga las luces de manera intermitente

- ✓ En caso de peligro se le avisará directamente por teléfono, independientemente de dónde se encuentre. También puede escuchar lo que sucede en su casa.
- ✓ Alarma silenciosa, alarma de pánico y alarma parcial (el sistema está parcialmente encendido; lo que le confiere una sensación de seguridad cuando se encuentra en casa).
- ✓ Sistema inteligente con sensores de vigilancia: las funciones y el nivel de la pila se controlan continuamente.
- ✓ Encendido automático de luces o aparatos disuasorios cuando no nos encontramos en la vivienda (simulación de presencia).
- ✓ Programación de electrodomésticos, persianas o luces para que se enciendan y apaguen a determinadas horas del día.
- ✓ Seguridad para nuestra vivienda, añadiendo detectores de movimiento, sensores de apertura de puertas y ventanas, de rotura de cristales, detección de humos, etc. Todos los sensores disponen de códigos de seguridad para evitar intrusismos, así como selector de contestador automático.
- ✓ Llama automáticamente hasta 6 números telefónicos en caso de activación de cualquier sensor.

Otras funcionalidades que ofrecen son:

- ✓ Se puede ampliar con sensores adicionales y con módulos de distribución y de iluminación.
- ✓ Funcionamiento de las funciones de alarma desde un teléfono externo.
- ✓ Operar las luces y el equipo por medio de un teléfono externo.
- ✓ Apagar o encender los distintos aparatos de casa, como calefacción, frigorífico, etc., incluso conectar la seguridad a través de un teléfono externo (ideal para segunda vivienda).
- ✓ Control manual instantáneo de cualquier módulo X-10 conectado a la red eléctrica, a través del teclado o de un mando a distancia.



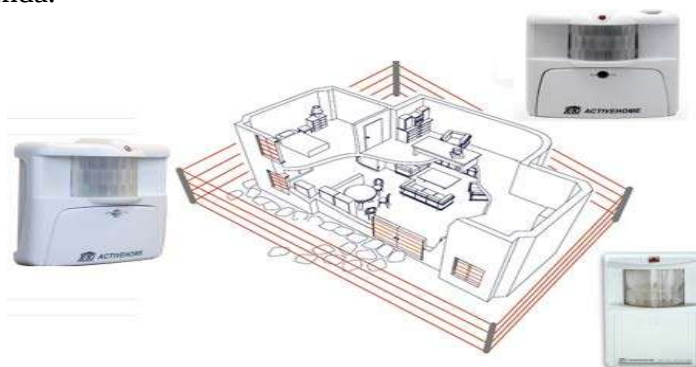
**Figura 4.48 Consolas de seguridad X10**

### **c) Sensores de movimiento**

Estos sistemas de protección tienen la función de detectar presencia de movimiento u objetos extraños en los alrededores de la vivienda, estos sistemas cuentan con dispositivos

electrónicos tales como un sensor de movimiento electrónico que tiene la función de detectar una señal física, como un movimiento de cualquier objeto o persona, a través de un sensor interno y en consecuencia se produce una señal de salida mediante un actuador el cual nos da una respuesta en forma electrónica, esta respuesta puede ser por medio de una alarma conectada al sensor, o una visualización en un computador de la señal de ingreso mediante una cámara de vigilancia.

Como lo muestra la figura 4.49 se pueden considerar a los sensores como un sistema de rayos infrarrojos, los cuales son invisibles a simple vista del ojo humano, este tipo de dispositivo sirve para alertar al usuario cuando se produce alguna intrusión en toda la área externa de la vivienda.



**Figura 4.49 Sensores X10 para seguridad**

#### **d) Video vigilancia CCTV**

El sistema denominado CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) consiste en la utilización de videocámaras para documentar lo que acontece dentro de un ambiente en el día y en la noche por igual, utilizando una o varias videocámaras se puede visualizar de una manera muy eficiente si algún intruso ha invadido la vivienda, o poder descubrir la causa de algún incidente que se haya producido dentro del rango de vigilancia de las videocámaras en tiempo real, este sistema de videocámaras puede estar conectado directamente a uno o varios monitores para su directa visualización, este sistema se clasifica en tres tipos básicos:

- Captación punto a punto:

Este sistema incorpora la visualización en un solo punto de un lugar establecido mediante la ubicación de una sola videocámara.

- Captación de varios puntos:

Utilizar varias videocámaras en diferentes puntos de un solo ambiente se puede visualizar lo que acontece por medio de un solo monitor el cual está conectado directamente a todas esas videocámaras, se puede utilizar un monitor para cada espacio o habitación de la vivienda utilizando varias videocámaras colocadas de manera distribuida.

- Captación de puntos concentrados:

Este sistema dispone de una o varias videocámaras enfocadas en el lugar deseado, pero la visualización de estos puntos ya no es restringida a un solo monitor, se puede captar la imagen de un sólo punto a través de varios monitores.



**Figura 4.50 Sistema de video vigilancia CCTV X10**

Una cámara es un elemento muy importante en la instalación de un sistema de seguridad domótico. Como se observa en la figura 4.50, es ideal para vigilar habitaciones o personas a distancia controlado desde un ordenador que permita registrar todas las actividades que ocurran en el área monitoreada.

El uso de cámaras permite:

- Vigilar el coche.
- Vigilar a los niños que juegan en su habitación o el bebé en la cuna desde cada habitación de su hogar.
- Como video portero en los accesos del hogar.
- Observar simultáneamente todos los accesos y otros espacios del inmueble.
- Obtener un registro en video y con fecha y hora.
- Monitorear remotamente en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil lo que ocurre en los espacios vigilados.

Todas las cámaras son controladas con el software Active Home Pro para grabar, enviar y guardar imágenes en el disco duro del ordenador (32 cámaras como máximo). No se necesita ordenador en el lugar. La cámara puede conectarse directamente y ajustarse de manera que las imágenes se envíen a la computadora controladora de forma periódica o activada por detección de movimiento. La resolución y el zoom digital pueden cambiarse a distancia. La figura 4.51 muestra los elementos más importantes de la instalación de CCTV con los módulos X10.



**Figura 4.51 Elementos del sistema de video X10**

## **4.12 Accesorios**

Es una gama de dispositivos adicionales que se podrían considerar de sistema, es decir que son necesarios para completar la instalación domótica o en algún caso para comprobar y analizar el funcionamiento. En otros casos solo se trata de módulos decorativos de diseño original que realizan las mismas funciones que algún otro módulo. Enseguida se detallan algunos de los más importantes de ellos.

### **a) Analizador de señales X10**

El X10 Powerline Signal Analyzer (figura 4.52) es una herramienta de solución de problemas graves, por ejemplo señales repetidas, congelamientos o extravíos de información entre módulos. Debido a su utilidad, es esencial para cualquier persona con amplias instalaciones X10. Es capaz de analizar señales X10 hasta el nivel de bits, proporciona la capacidad de examinar antes y después del efecto de un modulo repetidor / amplificador para verificar la calidad de las señales. Permite almacenar la información de los módulos instalados, e incluso detalla su configuración y tareas preasignadas.



**Figura 4.52 Analizador de señales X10**

### **b) Controlador remoto para equipos de audio y video**

El módulo Powermid Wireless Remote Sender (figura 4.53), es el complemento perfecto para el sistema de cine en casa y el centro de entretenimiento. Proporciona la capacidad de controlar el audio y vídeo desde cualquier habitación utilizando los mandos a distancia de infrarrojos a una distancia de hasta 100 metros. Funciona mediante la conversión de señales de infrarrojos del mando a distancia en señales de RF y a infrarrojos de nuevo por la electrónica ubicados en otras habitaciones de la casa. Se utiliza como controlador para la

mayoría de los equipos de audio y video como DVD's, equipos de música, televisores, receptores de satélite, cable, VCR's, reproductor de CD y proyectores.



**Figura 4.53 Controlador para equipos de audio y video**

### **c) Otras interfaces para computadora**

#### **1. Transceiver USB para computadora**

- El transceiver PC-USB (figura 4.54) envía y recibe comandos de radiofrecuencia X10 desde la PC.
- Se usa para controlar las cámaras X10, luces y otros módulos.
- Puede ser utilizado para recibir señales de los sensores de movimiento X10 y controles remotos.
- Trabaja con el software de X10 MultiView o X- Ray Vision.
- Compatible con Windows XP, Windows Vista y Windows 7.



**Figura 4.54 Transceiver USB para computadora**

#### **2. Interfaz serial Fire Cracker**

Controlador para el puerto serial de la computadora. Sirve como interfaz para controlar desde la computadora los módulos de lámparas y aparatos X10. Ésta interfaz que permite un control total de luces y aparatos directamente desde cualquier computadora que contenga un puerto serie. Al conectar este controlador e instalar su software, aparecerá en el escritorio un icono que es el control remoto para los módulos de lámpara y aparato X10. Para un correcto funcionamiento, es necesario tener instalado un modulo receptor de señales RF inalámbrico para enviar los comandos a través de la línea eléctrica. La figura 4.55 muestra el módulo interfaz Fire Cracker.



**Figura 4.55 Interfaz Fire Cracker**

## Capítulo 5

# AUTOMATIZACIÓN DE UN HOGAR MEDIANTE EL SISTEMA X10

### Introducción

El sector de la domótica ha evolucionado considerablemente en los últimos años y en la actualidad ofrece una oferta más consolidada. Hoy en día, la domótica aporta soluciones dirigidas a todo tipo de construcciones habitacionales y de convivencia humana. Además, se ofrecen más funcionalidades por menos dinero, más variedad de producto, y gracias a la evolución tecnológica, son más fáciles de usar y de instalar. En definitiva, la oferta es mejor y de mayor calidad, y su utilización es ahora más intuitiva y perfectamente manejable por cualquier usuario. Paralelamente, los instaladores de domótica han incrementado su nivel de formación y los modelos de implantación se han perfeccionado. Asimismo, los servicios posventa garantizan el perfecto mantenimiento de todos los sistemas. Como lo muestra la figura 5.1, en definitiva, la domótica de hoy contribuye a aumentar la calidad de vida, hace más versátil la distribución de la casa, cambia las condiciones ambientales creando diferentes escenas predefinidas, y consigue que la vivienda sea más funcional al permitir desarrollar facetas domésticas, profesionales, y de ocio bajo un mismo techo.



**Figura 5.1 Aportaciones de un sistema domótico**

La domótica contribuye a mejorar la calidad de vida del usuario:

- **Facilitando el ahorro energético:** gestiona inteligentemente la iluminación, climatización, la racionalización del agua para calentadores, de uso sanitario y para el riego, además del uso efectivo de los electrodomésticos, entre otras ventajas como aprovechar mejor los recursos naturales, utilizar las tarifas horarias de menor costo y reducir de esta manera la factura energética mediante la monitorización de consumos. De esta manera se obtiene la información necesaria para modificar los hábitos, aumentar el ahorro y generar eficiencia.
- **Fomentando la accesibilidad:** facilita el manejo de los elementos del hogar para las personas con discapacidades de la forma que más se ajuste a sus necesidades, además de ofrecer servicios de asistencia a distancia para aquellos que lo necesiten.
- **Aportando seguridad de personas, animales y bienes:** controles de intrusión y alarmas técnicas que permiten detectar incendios, fugas de gas o inundaciones de agua, etc.
- **Convirtiendo la vivienda en un hogar más confortable:** gestión de electrodomésticos, climatización, ventilación, iluminación natural y artificial, etcétera.
- **Garantizando las comunicaciones:** recepción de avisos de anomalías e información del funcionamiento de equipos e instalaciones, gestión remota del hogar, etc.
- **Jardinería:** permite el riego, mantenimiento de piscinas, control de luces, control de plagas, entre otras funciones de mantenimiento las áreas verdes.

## 5.1 La casa inteligente

Una casa inteligente es aquella que emplea la tecnología asociada con la arquitectura para brindar mayor confort y seguridad, a la vez que se optimiza el uso de energía.

En las casas inteligentes se emplean simultáneamente la electricidad, la informática y la electrónica, para la creación del diseño arquitectónico. El principio que rige estas casas es el de la domótica, tecnología mediante la cual se pueden controlar a distancia los aparatos y electrodomésticos del hogar y que es aplicable a casas y apartamentos en la ciudad o en las zonas rurales.

Dentro de las ventajas que caracterizan a estas casas están que poseen dispositivos automáticos de control (alarmas contra fuego e intrusos, vigilancia interna y remota, etc.) lo que las hace más seguras que una casa tradicional. Elementos de seguridad como persianas, rejas, bloqueo de puertas y ventanas, entre otros, también pueden comandarse a la distancia con esta tecnología.

Mediante el control de la temperatura ambiente, la iluminación y el consumo de electrodomésticos, estas casas contribuyen a disminuir el consumo energético, redundando en un ahorro de recursos y dinero, además de favorecer al medioambiente.

La tecnología genera un mayor confort en este tipo de casas, optimizando el funcionamiento de los electrodomésticos, facilitando tareas y permitiendo el control de las mismas desde áreas remotas.

El control del medioambiente interno permite programar equipos de calefacción, aire acondicionado, iluminación, etc.

También se pueden programar tareas hogareñas como la limpieza automática, el encendido del horno para cocinar alimentos previamente ubicados en su interior, el encendido del lavarropas y otros equipos del hogar.

Además permite la comunicación interna dentro de la casa mediante la conexión en red de todos los ordenadores, a nivel exterior mediante el acceso a internet.

Esta tecnología puede emplearse en la construcción de casas diseñadas especialmente, pero también puede adaptarse a residencias ya existentes, mediante una adecuada planificación.

El principal inconveniente que tienen estas casas es su elevado costo inicial, el cual es amortizado con el paso del tiempo, mediante el ahorro energético que generan. En la figura 5.2 se muestran las principales características de una casa inteligente.



**Figura 5.2 Características de la casa inteligente**

## 5.2 El proyecto domótico

La instalación domótica es un sistema de automatización para las gestiones técnicas de energía y seguridad de la vivienda. En otras palabras, es la instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar que permiten la automatización de actividades cotidianas y el control local o remoto de la vivienda. Los sistemas domóticos se caracterizan por disponer de control integrado de múltiples equipos cuyos fines principales son:

- La gestión energética
- Aumentar la comodidad del usuario
- Garantizar la seguridad de personas, animales y bienes.
- Establecer vías de comunicación constantes entre el usuario y el sistema domótico
- Contar con medios de accesibilidad al sistema en todo momento y en cualquier lugar, ya sea dentro de la casa o a distancia.
- Contar con escalabilidad, es decir tener la posibilidad de ampliar la capacidad del sistema domótico sin comprometer su funcionamiento y calidad.

Para llevar a cabo exitosamente la domotización de un inmueble, es importante seguir una metodología clara y detallada que permita controlar y conocer en todo momento lo que se está haciendo y lo que se podría hacer en el futuro. El seguimiento de este procedimiento establece la complejidad de la instalación a realizar.

El proyecto domótico puede ser dividido en cuatro fases: preestudio, definición, instalación y entrega. Las fases por las que ha de pasar un proyecto domótico se describen en la figura 5.3.

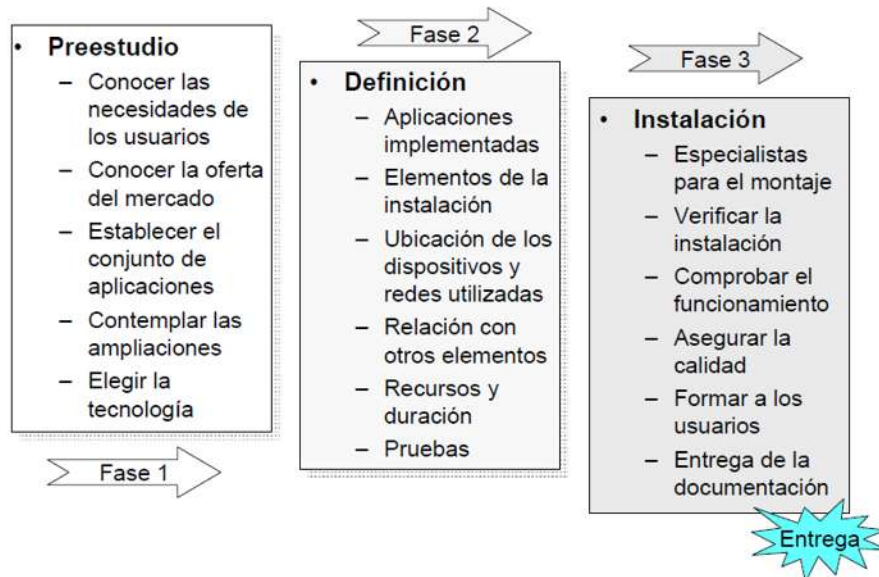


Figura 5.3 Fases y criterios a tener en cuenta en un proyecto domótico

### 5.2.1 Preestudio

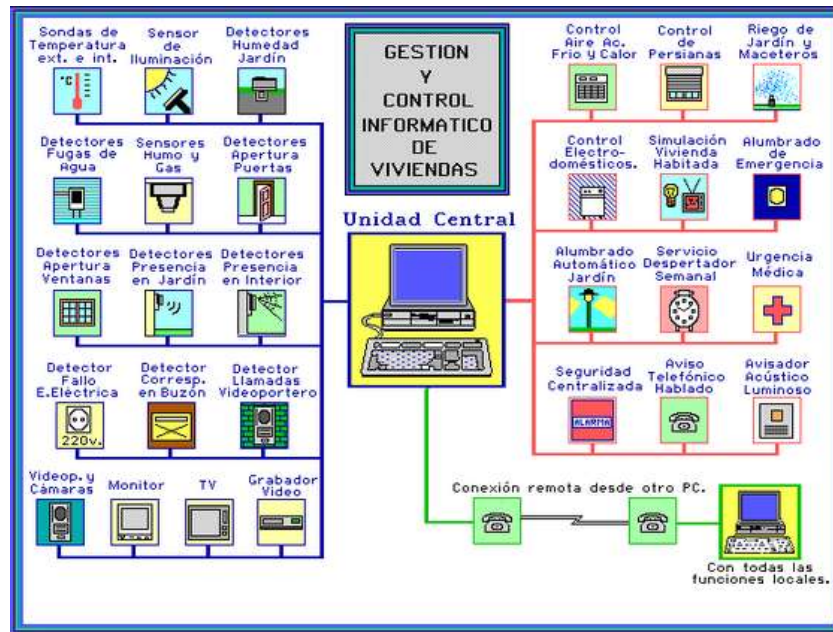
Es una fase de análisis y planificación, donde se requiere tener la idea clara del proyecto a realizar, así como una visión global de la tecnología implicada y considerar la amplitud del proceso de instalación. Es la fase más importante para un desarrollo exitoso de la instalación del sistema domótico ya que aquí se incluyen todas las necesidades y expectativas que el usuario requiere, basándose en sus expectativas actuales y futuras.

Las principales recomendaciones a tener en cuenta en esta fase inicial son:

- Conocer lo más detalladamente posible lo que requiere el usuario, para realizar el diseño del proyecto de acuerdo a sus necesidades y con el fin de poder satisfacerlas.
- Es importante saber qué tipo de usuario va a utilizar el sistema, y basado en ello añadir características al diseño para definir sus necesidades actuales y futuras.
- De acuerdo a la percepción del usuario, se determinará que redes y dispositivos serán instalados inicialmente.
- Es necesario conocer la oferta en materia domótica en cuanto a instaladores, consultores, distribuidores, etc.
- En cuanto a los equipos, se debe conocer el precio, la fiabilidad de uso, el tipo y número de aplicaciones soportadas, etcétera. Además es importante que el fabricante proporcione garantía y servicio de posventa adecuados.
- Es preferible que en los primeros proyectos se implementen un número reducido de aplicaciones domóticas, de esta manera se pueden ir adquiriendo experiencia y comprobar el grado de satisfacción de los usuarios sin comprometer muchos recursos.
- Utilizar sistemas domóticos fácilmente ampliables, de este modo se pueden añadir mayores prestaciones al sistema según necesidades futuras.

Por nombrar algunas de las posibles funcionalidades que tendrán a su disposición los inquilinos de la vivienda se describen las siguientes, y en la figura 5.4 se muestra un esquema de las funciones descritas.

- Automatización de la climatización, iluminación, ventanas y puertas, toldos y persianas, etc.
- Control de los accesos principales
- Control del riego para los jardines
- Control de los depósitos de agua
- Gestión de seguridad básica (sensores, cámaras y alarmas)
- Gestión de alarmas técnicas (detectores de incendio, de fugas de gas, agua, etc.)
- Gestión de consumo eléctrico (controladores para equipos de alto consumo eléctrico)
- Gestión de las comunicaciones, para controlar vía internet o por telefonía fija o móvil



**Figura 5.4 Algunas de las funciones básicas a instalar en una casa**

### 5.2.2 Definición

Una vez conocido a detalle la tecnología a desplegar, el siguiente paso es planificar lo que se va a hacer tomando en cuenta el presupuesto establecido. En este caso se definirá un proyecto que será utilizado como guía durante todo el proceso de instalación, siendo recomendable su continua revisión y actualización. En este documento deberá describirse detalladamente lo siguiente:

- Las aplicaciones implementadas en el sistema domótico (por ejemplo el tipo de detectores o módulos de automatización a instalar)
- Los elementos que intervienen en la instalación domótica (descripción de los equipos de domótica considerados para la instalación)
- La ubicación idónea de cada uno de los dispositivos domóticos, así como las posibles redes de cable utilizados por dichos dispositivos considerando criterios funcionales y estéticos sin afectar el resto de las instalaciones domésticas
- La influencia del sistema domótico en el resto de instalaciones domesticas (que la instalación del sistema domótico no afecte en el funcionamiento y mantenimiento de las otras instalaciones del inmueble)
- Coordinación de la obra de instalación con los demás contratistas
- Establecer momentos para realizar pruebas y ensayos para verificar el correcto funcionamiento de la instalación domótica, tanto durante la instalación como en el momento de la entrega de la instalación
- Realizar guías de uso concretas y detalladas para que el cliente sepa fácilmente el funcionamiento del sistema domótico

### **5.2.3 Instalación**

Durante la instalación del sistema, es importante asegurarse continuamente de que todo marche acorde a lo planificado. Algunos puntos clave a tener en cuenta durante esta fase de implementación son:

- Contar, sobre todo en proyectos de gran envergadura con la supervisión técnica de un especialista
- Verificar periódicamente la evolución de la instalación, posibilitando que los errores sean corregidos de inmediato y no vuelvan a cometerse
- Comprobar exhaustivamente el funcionamiento del sistema domótico antes de entregar el proyecto, pues un mal funcionamiento afectaría muy negativamente la percepción y la utilidad de la domótica general
- Verificar continuamente la calidad del proyecto realizado, tomando en cuenta aspectos como la ubicación de los dispositivos, la eficiencia, eficacia, funcionamiento y estética de la instalación

### **5.2.4 Entrega**

Finalmente, cuando se procede a entregar la obra domótica, es importante seguir una serie de normas para facilitar al usuario el uso del sistema domótico. Algunas de las posibles recomendaciones para esta última fase son:

- Informar al usuario el uso básico del sistema domótico, con el fin de que pueda utilizar y apreciar la instalación domótica desde el primer momento. En este caso se recomienda proporcionar el manual de uso de la instalación domótica, el cual debe ser conciso, sencillo y completo
- Garantizar la entrega de toda la información sobre el funcionamiento de la instalación domótica. Se debe añadir el manual de uso, plano de las instalaciones, etc.

## **5.3 Especificaciones técnicas de un proyecto de domótica**

Se han establecido los requisitos para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones de sistemas de automatización, control, supervisión, monitoreo y gestión técnica de energía, seguridad, confort y accesibilidad en inmuebles. Los requerimientos establecidos son considerados como postulados mínimos, debiendo considerarse cuando corresponda, los establecidos por los organismos competentes conforme el área en que se desarrollan las instalaciones.

Las especificaciones generales del proyecto deberían encararse y diseñarse respetando los estándares internacionales de domótica. Algunas de las razones fundamentales de seguir los lineamientos de un estándar internacional son:

- Los productos realizados por diferentes fabricantes pueden ser combinados entre sí, acarreado con esto la tranquilidad de tener basto soporte de productos compatibles con cientos de empresas.
- Garantiza el mantenimiento y las ampliaciones futuras de la instalación con productos con total continuidad en el mercado y constante evolución.

Los requisitos de seguridad y compatibilidad electromagnética tienen que cumplir los dispositivos de entrada, nodos y actuadores, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). La Instrucción Técnica Complementaria (ITC-BT-04) incorpora todos los requisitos anteriores.

HBES (Home and Electronic Systems – sistemas electrónicos para viviendas y edificios) es el nombre internacional de los sistemas domóticos. Actualmente la norma que define los requisitos técnicos es la UNE-EN 50090-2-2.

La REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión) regula la instalación interior eléctrica (línea roja continua) y la red de control del sistema domótico (línea verde discontinua). En lo que se refiere a la red de control del sistema domótico es la seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

La RICT (Reglamento de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones) regula las redes de telefonía, televisión y tecnologías de la información (líneas azules de puntos).

También es regulada por la REBT referente a la seguridad eléctrica.

## **5.4 Descripción del área de automatización (casa muestra)**

El proyecto de domótica está diseñado para una casa habitación ubicada en el fraccionamiento Misión San Diego de la ciudad de Morelia Michoacán, en un terreno con una superficie de 190 m<sup>2</sup>, dentro de los cuales se construye una vivienda distribuída en 3 niveles habitables, además del área de estacionamiento, diversas jardineras y áreas verdes alrededor de la construcción.

En el área del estacionamiento se plantea la instalación domótica para controlar principalmente las luces de acceso para la puerta principal, el corredor de entrada, el espacio de la cochera, el portón y la jardinera lateral.

En los espacios interiores de la vivienda se prevé la instalación de los diferentes dispositivos domóticos distribuidos en las distintas áreas del hogar.

El primer nivel incluye las áreas de la cocina, comedor, estancia (sala), además de un medio baño, dos closets y el corredor para la escalera principal que comunica el primer piso con el sótano y el segundo piso.

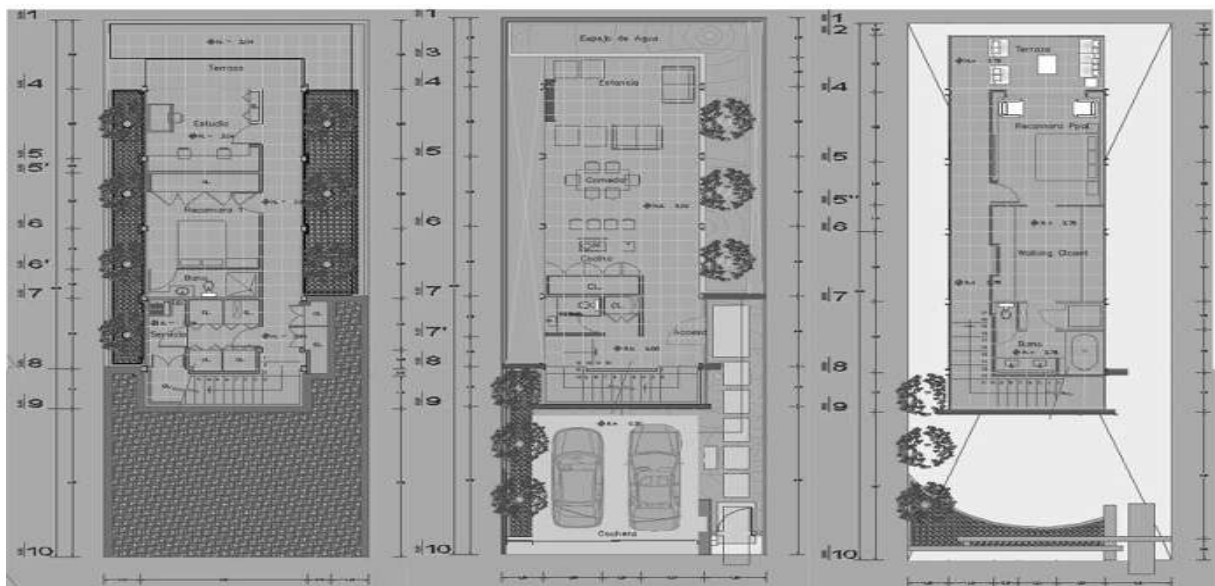
En el sótano se encuentra el área de servicio, una recámara con un baño completo, un estudio y la terraza subterránea. Además en este nivel se consideran nueve closets distribuidos de esta forma: uno debajo de la escalera, cuatro para el cuarto de servicio, uno para la recámara y otro para el estudio; y dos para el área de sistema, es decir donde se ubican las tomas generales de agua, luz y gas así como la central del sistema de domótica.

Para el segundo piso se considera la recámara principal con baño completo y un par de closets grandes, además de un corredor largo y la terraza panorámica.

Otras zonas a tomar en cuenta son las jardineras que están dispuestas del siguiente modo: una jardinera lateral en el estacionamiento que incluye 3 árboles de regular tamaño, además de una jardinera colgante por encima de la cochera y montada sobre el pórtico. Las otras dos jardineras se ubican por los muros laterales de la casa, la de la izquierda cuenta con cuatro árboles gigantes de aproximadamente 9 metros de altura y en la derecha hay otros tres de ellos plantados desde el nivel del sótano. Básicamente la automatización que se pretende para las áreas verdes consiste en los sistemas de iluminación para exteriores y el de riego.

Hay un aspecto más a considerar para esta instalación domótica, y son los aspectos misceláneos, es decir todos aquellos elementos que contribuyen a la estética y acondicionamiento de la casa. Dentro de este apartado se encuentran las fuentes y espejos de agua ubicados en la entrada y alrededor del primer piso. Otro más son los efectos de luces que se pretenden en los corredores, entremuros y jardines, donde se van a instalar diversas luminarias, arbotantes y tiras LED para generar un efecto de levitación.

Finalmente se añaden al diseño domótico elementos como luces piloto, puertas automáticas, detectores de nivel para las cisternas de agua, el gestor para el aire acondicionado y el sistema de seguridad.



**Figura 5.5 Plano general de la vivienda**

En la figura 5.5 se muestra el plano de construcción de la vivienda, donde se visualizan todas las zonas descritas anteriormente. Cabe señalar que la instalación eléctrica se diseña acorde a la utilización del sistema de automatización, el cual exige una cierta autonomía eléctrica en las nuevas construcciones de viviendas y para cumplirlo aplicaremos un sistema domótico que permitirá reducir pérdidas, optimizar y ahorrar energía. Sin olvidar que la automatización de la vivienda nos hará la vida más fácil y segura.

## **5.5 Localización de los elementos**

Una vez señaladas las diversas zonas de la vivienda, ahora se detallan los dispositivos del sistema domótico X10 recomendados de acuerdo a los equipos adquiridos, el área de instalación y la tarea que cada uno de ellos deberá cumplir. Realizar un análisis de la vivienda es vital para optimizar la instalación domótica y minimizar gastos innecesarios. Tomando en cuenta esto, los requerimientos de la vivienda son los descritos a continuación:

### **A. Iluminación**

Todos los puntos principales de luz de la vivienda se gobiernan mediante módulos controladores automáticos del tipo XPDF o XPFM debido a que son módulos con cable que se conectan directamente en los cables de línea eléctrica lo que permite controlar a grupos de lámparas conectadas al mismo bus, de esta manera se sólo se accionarán el grupo de lámparas de la entrada cuando el usuario se encuentre en esa área y cuando ingrese a la casa las luces de pasillos y estancia ya estarán encendidas.

Al igual que en la iluminación de la casa, en las luminarias de los jardines y fuentes se recomienda instalar módulos de este tipo debido a sus amplias características eléctricas y a que se puede ocultar fácilmente dentro de las cajas eléctricas o dentro de los techos de plafón.

Los puntos de luz de la entrada, garaje, pasillo y escalera de la planta de acceso así como en los pasillos, distribuidores y escaleras se encienden automáticamente por medio de sensores de movimiento, además se incluyen controladores interruptores en caso de que los sensores de movimiento fallaran.

También existen cinco puntos de regulación de luz, uno en el dormitorio principal, dos en el salón-comedor, uno en la habitación del sótano y otro en el estudio los cuales se controlan mediante apagadores y módulos con funciones de Dimmer.

En el salón-comedor y en el dormitorio principal además de los dispositivos anteriormente mencionados se instala un multisensor de luminosidad y presencia que regula automáticamente la luz de la habitación en función de la luz exterior que penetra en ella.

En todos los closets se prevé colocar módulos de iluminación socket rocket debido a que su instalación es sencilla y adaptable a cualquier lugar.

## **B. Aparatos y lámparas**

Se utilizarán los módulos de appliance, de lámpara, así como módulos de contactos en todos los equipos electrónicos de la casa. Estos módulos se distribuirán principalmente en las habitaciones, en la estancia, la cocina y el estudio que es donde se localizan la mayor parte de los electrodomésticos.

Los módulos de appliance y de lámpara son de fácil instalación ya que basta con conectarlos a los aparatos electrónicos y a su vez en una toma de corriente, mientras que los módulos con contactos sustituyen a las tomas convencionales por lo que cualquier aparato conectado a ellos formará parte de la cobertura del sistema domótico.

Es necesario señalar que para cada dirección establecida para operar estos módulos hay que añadir un módulo Transciver RF para completar el kit controlador para aparatos y lámparas.

## **C. Persianas**

Debido a la cantidad de ventanas, todas las persianas de la vivienda se controlan mediante módulos de persiana y controles pulsadores instalados en cada piso y desde el mando principal ubicado en uno de los closets de la recámara principal. También se considera un interruptor general en la entrada de la vivienda que sube o baja todas las persianas de la casa.

## **D. Tomas de corriente**

Todos los enchufes del dormitorio principal, dormitorio del sótano, el estudio, la estancia y la cocina serán módulos domóticos con contactos con el fin de controlar directamente desde ellos todos los aparatos y electrodomésticos, debido a que por su instalación reemplazan a los contactos eléctricos normales y añaden en sí mismos las cualidades de control.

Las tomas de corriente situadas en la cocina pueden temporizar su conexión para accionar determinados electrodomésticos así como activarse por medio de una orden remota o a través de la ejecución de instrucciones macros. También, y como medida de seguridad, los electrodomésticos que para su funcionamiento requieran agua como lavadoras, lavavajillas, etc. Se desconectan automáticamente cuando las electroválvulas de agua se cierran debido a una orden de un sensor de inundación, para evitar el funcionamiento en vacío de las bombas de dichos electrodomésticos.

## **E. Termostatos**

Tanto la calefacción como la climatización están controladas por termostatos que actúan sobre las electroválvulas del sistema de clima artificial instalado en la casa. También es posible su control a través de una los diversos mandos controladores o por medio del programa principal Active Home y sus diversas plataformas. Se disponen de un modulo termostato por cada nivel de la vivienda, de esta manera se podrá regular la temperatura de toda la casa uniformemente.

## **F. Alarmas técnicas**

Las alarmas técnicas se instalan en todas aquellas áreas susceptibles de riesgo, por esta razón se instalarán detectores de inundación en lugares que puedan ser inundados como los baños y la cocina. Además se colocan sensores de este tipo donde se ubican los espejos de agua, la fuente y en las cisternas para registrar el suministro de agua.

En la cocina se instala un sensor de fugas con una electroválvula de corte de gas, en la cocina y en la estancia-comedor se instalan detectores de incendios. Y en las ventanas principalmente en aquellas que asoman a la calle se colocan sensores de rotura de cristales.

## **G. Seguridad**

El kit domótico de seguridad además de relacionarse con todos los módulos domóticos X10 se compone de dispositivos dedicados a este fin como son las consolas multimedia de seguridad, sensores de seguridad para puertas y ventanas, detectores de movimiento, sirenas, alarmas técnicas y el sistema de video vigilancia con circuito cerrado de televisión.

Por eso en las zonas comunes de la vivienda, es decir accesos, pasillos, escaleras, estancia-comedor, la cochera y las terrazas se instalan sensores de movimiento para la detección de intrusos, así como cámaras de vigilancia en dichos lugares. Sensores magnéticos en los accesos principales, alarmas técnicas ubicadas en las zonas de posible riesgo y el mando central ubicado en uno de los closets de la recamara principal la cual integra todos estos elementos de seguridad que lo convierten en el cuarto “bunker”, es decir el de mayor seguridad de la casa.

La consola de central de seguridad del kit X10 permite el control remoto de la vivienda desde cualquier teléfono fijo o móvil. Enciende y apaga 16 módulos X10 y activa la alarma, además de realizar llamadas de emergencia a 6 números telefónicos determinados en caso de activación de cualquier sensor. Además permite programar horarios de encendido y apagado de los módulos X10 conectados a electrodomésticos, persianas o luces, de esta manera es posible simular presencia aleatoria para evitar posibles intrusos.

## **H. Controladores**

Todo el sistema domótico instalado se puede controlar desde cualquiera de las plataformas de gestión que ofrece el sistema X10. X10 cuenta con muchas maneras de controlar sus módulos actuadores, sin embargo una de las formas más usadas es a través de dispositivos controladores manuales o de estación como pueden ser los mandos a control remoto, controles Palm Pad, controladores de estación, consolas multimedia y hasta controles portables tipo llavero. Por otra parte, el sistema también puede ser controlado a través de herramientas virtuales y aplicaciones de software instaladas en una computadora (PC o tablet) o en un teléfono móvil.

De esta manera, la forma de controlar y manipular los dispositivos domóticos queda más al gusto y practicidad del usuario.

## **I. Active Home Pro**

El software Active Home Pro, es el controlador por excelencia del sistema X10, ya que incluye todas las características de operación, configuración, comunicación, edición y control para todos los dispositivos domóticos instalados. Esta plataforma de software establece la línea de comunicación usando el modulo interfaz que se conecta a la línea eléctrica de la casa.

En el caso del diseño de esta casa, considero que los mejores lugares para ubicar esta terminal de control es en la recamara principal del segundo piso ó en el estudio, ya que son lugares donde seguramente se contará con alguna computadora que permita al usuario interactuar con el sistema con mayor comodidad.

Cabe señalar que no es necesario tener a disposición del sistema un ordenador de manera permanente, ya que las unidades interfaz almacenan en su memoria las instrucciones creadas en el software y las ejecuta como se le indica. De esta manera se recomienda instalar un módulo interfaz RF configurado en cada uno de los niveles de la casa.

## **J. Filtros**

Aunque es muy probable que la instalación funcione correctamente sin ningún tipo de filtro, de ser necesario, se instalarán filtros X10 para evitar los problemas de elementos que puedan introducir ruido o cualquier otra perturbación en nuestro circuito domótico y distorsionar nuestras señales.

Los dispositivos eléctricos de la vivienda que típicamente producen perturbaciones eléctricas son por ejemplo microondas, ordenadores, centros de lavado, y todos aquellos aparatos que demanden alto consumo eléctrico o que utilicen motores. Otras fuentes de interferencias y de pérdida de señal X10 pueden ser: PCs, pantallas de plasma, fuentes conmutadas, motores con escobillas sucias, transmisores de video o audio por la red eléctrica, etc.

Por otra parte este filtro tiene la misión de actuar como una barrera en la vivienda evitando que señales domóticas de otra vivienda puedan interferir en nuestro sistema.

Es por eso que en el plano del proyecto se ubican los módulos filtro en los lugares donde haya este tipo de equipos como en el cuarto de servicio, el estudio, en la bomba de la cisterna y en la caja eléctrica principal en la entrada de la casa.

## **5.6 Componentes del sistema X10**

A continuación se irá planteando un escenario de los dispositivos en cada habitación una vez determinadas las funcionalidades con que se desea contar dentro de la vivienda domótica. Ahora habrá que determinar qué componentes son los necesarios para realizar la instalación considerando la distribución de cada área de la vivienda. En la figura 5.6 se

describen íconos utilizados para señalar a los dispositivos del sistema X10 y visualizar su ubicación en la vivienda.



**Figura 5.6** Simbología usada para describir la distribución de los dispositivos

### 5.6.1 Kit domótico para el área de la entrada principal y la cochera



**Figura 5.7** Plano domótico del acceso principal y la cochera

La figura 5.7 muestra el plano del área para el acceso principal y la cochera, para el cual se dispone el siguiente kit de dispositivos para el control domótico ilustrado en la figura 5.8.

- ✓ Sensor de movimiento con reflectores
- ✓ Sensor magnético para puertas y ventanas
- ✓ Módulos XPFM
- ✓ Filtro XPF

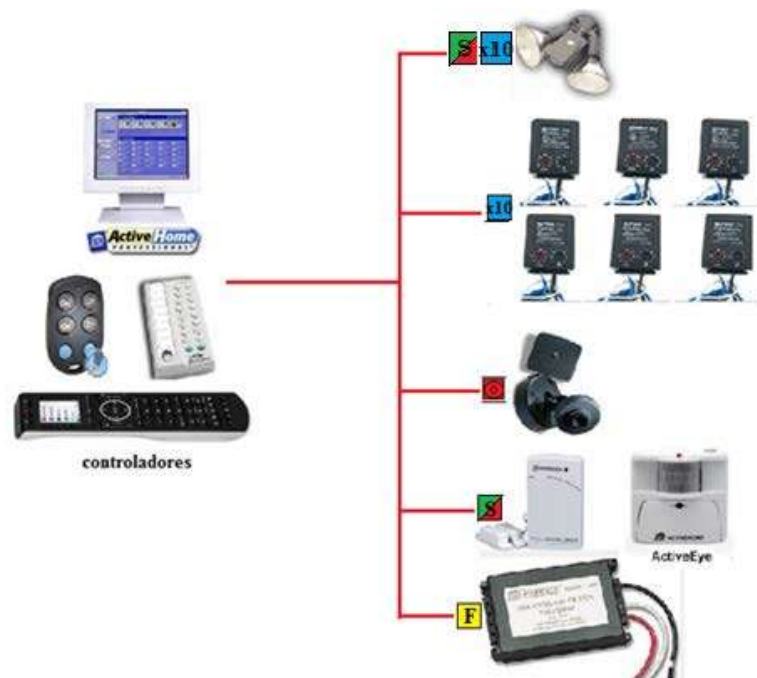


Figura 5.8 Kit domótico para el área de la entrada principal y la cochera

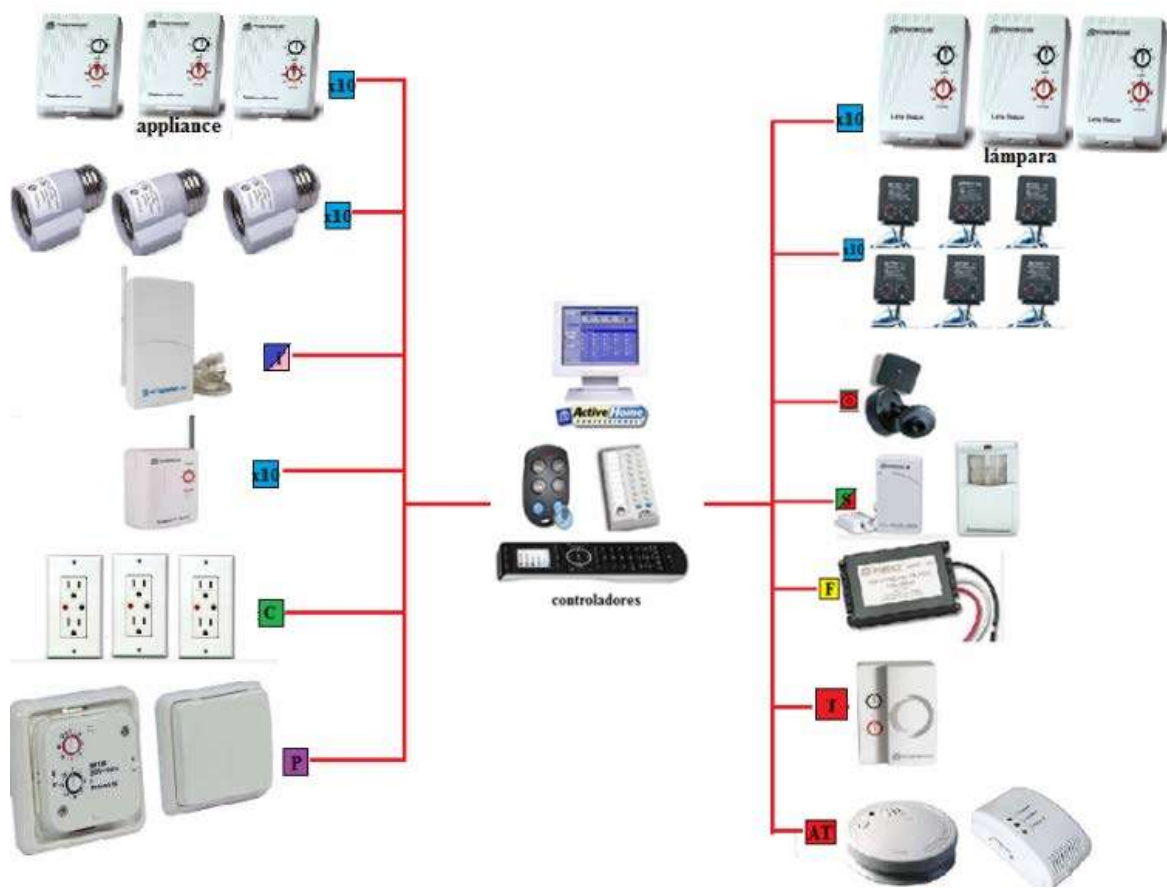
#### 5.6.2 Kit domótico para el primer nivel



Figura 5.9 Plano domótico para el primer piso

Como se observa en la figura 5.9, en el primer nivel se encuentran la mayor cantidad de áreas comunes de la casa, además se consideran dos zonas con regulación de iluminación que son la estancia y el comedor. Por lo que tomando en cuenta estos datos se dispone el siguiente kit de dispositivos para el control domótico de esta área mostrado en la figura 5.10.

- ✓ Módulos de appliance
- ✓ Módulos de lámpara
- ✓ XPFM / XPDF
- ✓ Módulos socket rocket
- ✓ Transceiver RF
- ✓ Sensores de movimiento
- ✓ Sensores técnicos de gas y de incendio
- ✓ Módulos de persiana
- ✓ Contactos X10
- ✓ Interfaz CM15A
- ✓ Cámaras de vigilancia X10
- ✓ Sensor magnético para puertas y ventanas
- ✓ Filtros XPF
- ✓ Timbre X10



**Figura 5.10 Kit domótico para el primer nivel**

### 5.6.3 Kit domótico para el sótano



**Figura 5.11 Plano domótico para el sótano**

En la figura 5.11 está el plano de distribución para el sótano, que es el lugar donde quizá se requiera la mayor variedad de dispositivos debido a las áreas de distribución señaladas las cuales tienen necesidades particulares, es decir no se requieren los mismos dispositivos para el cuarto de servicio que para el estudio o la recámara. Además a estas dos últimas se consideran como zonas con regulación de iluminación, por lo que se prevén dispositivos para esta característica. Entonces tomando en cuenta estos datos se dispone el kit de dispositivos para esta área que se muestra en la figura 5.12.

- ✓ Módulos de appliance
- ✓ Módulos de lámpara
- ✓ XPFM / XPDF
- ✓ Módulos socket rocket
- ✓ Transceiver RF
- ✓ Sensores de movimiento
- ✓ Sensores técnicos de nivel de agua
- ✓ Módulos de persiana
- ✓ Contactos X10
- ✓ Interruptores X10
- ✓ Interfaz CM15A
- ✓ Cámaras de vigilancia X10
- ✓ Filtros XPF

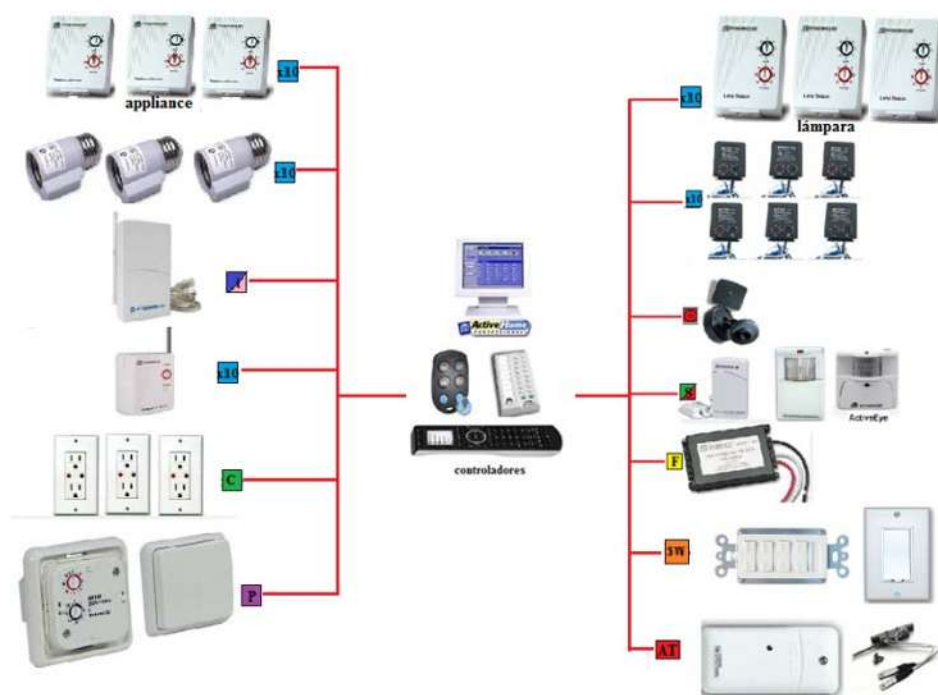


Figura 5.12 Kit domótico para el sótano

#### 5.6.4 Kit domótico para el segundo nivel

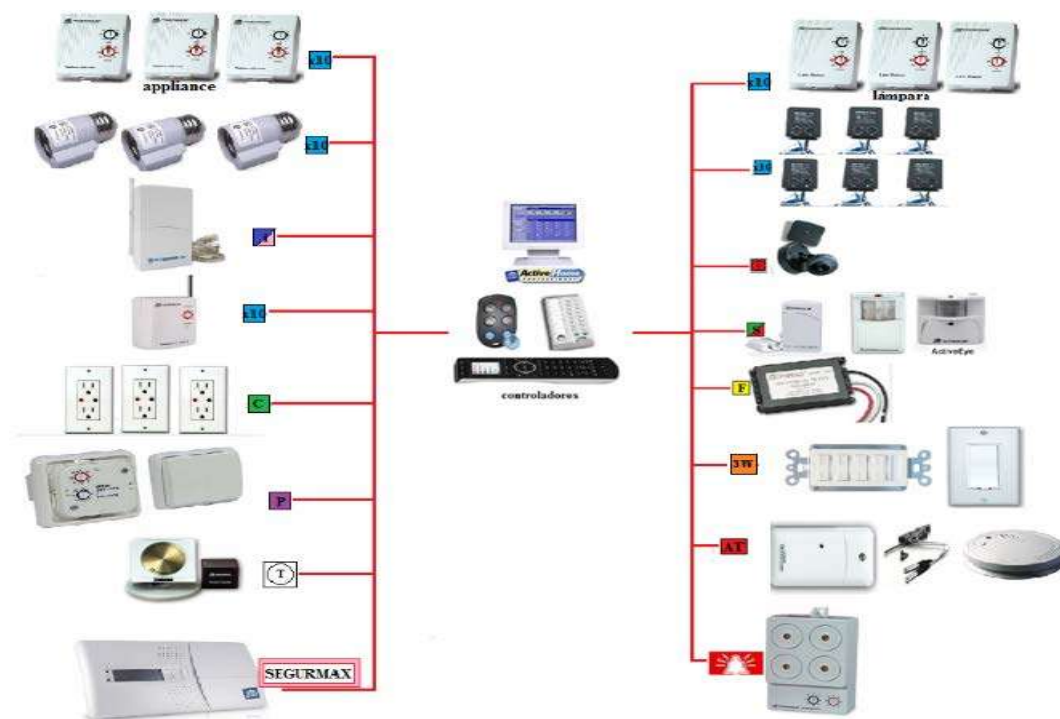


Figura 5.13 Plano domótico para el segundo nivel

Como lo muestra la figura 5.13, el segundo piso está dedicado a la habitación principal con todas las comodidades es decir el dormitorio, closets completos, vestidor, baño completo incluyendo bañera y la terraza con vista a la ciudad. Por lo tanto este nivel debe incluir

todas las comodidades que puede brindar el sistema de domótica X10, debe ser un lugar donde se integren todas las ventajas de la instalación. Además en este nivel se ubican los controladores principales del sistema tanto de software como el de seguridad. Entonces tomando en cuenta dichos requerimientos, se dispone el kit de dispositivos de la figura 5.14 para el control domótico de esta área:

- ✓ Módulos de appliance
- ✓ Módulos de lámpara
- ✓ XPFM / XPDF
- ✓ Módulos socket rocket
- ✓ Transceiver RF
- ✓ Sensores de movimiento
- ✓ Sensores técnicos de nivel de agua y de incendio
- ✓ Módulos de persiana
- ✓ Contactos X10
- ✓ Interruptores X10
- ✓ Interfaz CM15A
- ✓ Cámaras de vigilancia X10
- ✓ Filtros XPF
- ✓ Módulo termostato X10
- ✓ Consola central de seguridad SEGURMAX X10
- ✓ Sirena X10
- ✓ Estación Active Home Pro



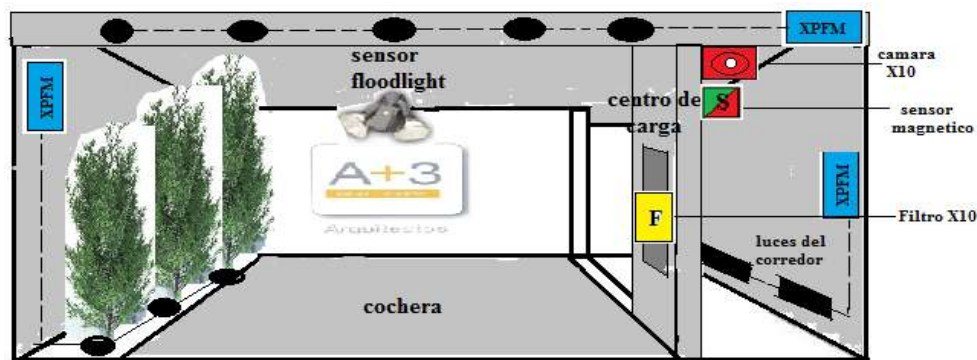
**Figura 5.14 Kit domótico para el segundo piso**

## 5.7 Guía de instalación de los elementos en las diversas áreas de la vivienda

Este apartado se detalla mediante esquemas la posible ubicación de los dispositivos domóticos en las zonas más funcionales de la casa. La vivienda se distribuye en 10 áreas principales que son la cochera, sala-comedor, cocina, baños, corredores, terrazas, escaleras, estudio, cuarto de servicio y las habitaciones.

### 5.7.1 Cochera

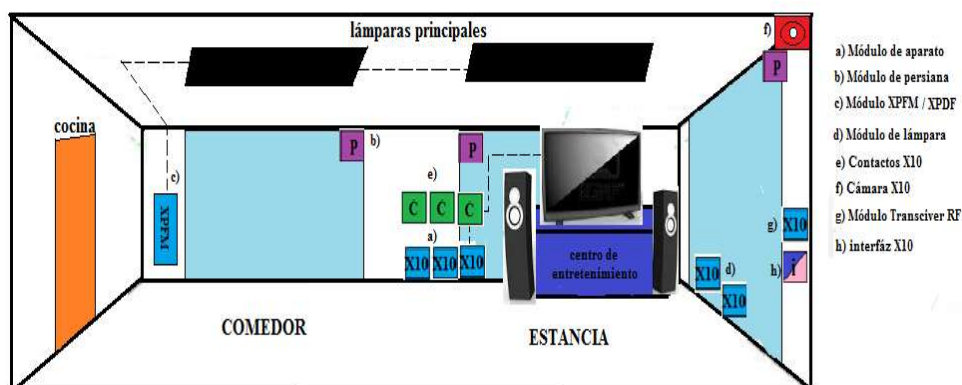
En la cochera que es donde también se ubica la entrada principal se van a instalar dispositivos X10 para el control de iluminación, seguridad y un sensor de movimiento con reflectores. En la figura 5.15 se muestra un bosquejo grafico de cómo sería la distribución de los dispositivos en este espacio.



**Figura 5.15 Esquema cochera y entrada principal**

### 5.7.2 Sala – Comedor

Principalmente en la sala o estancia es donde se ocupan varios dispositivos domóticos ya que es donde se instala el centro de entretenimiento y otros aparatos electrónicos que dan vida a este lugar. Otro detalle importante de estas dos zonas es que el sistema les otorga la característica del regulador de iluminación o dimmer. La figura 5.16 ilustra el bosquejo de instalación para estas dos áreas, y la figura 5.17 una imagen de como lucen estos lugares.



**Figura 5.16 Esquema estancia - comedor**

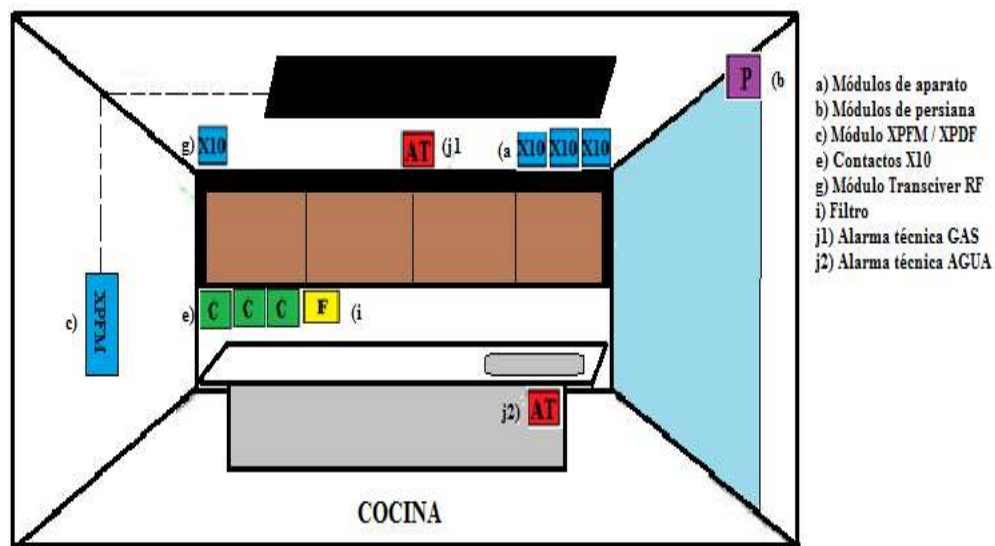


**Figura 5.17 Estancia – Comedor**

### 5.7.3 Cocina

En la cocina se requiere que los dispositivos de la instalación domótica formen parte del estilo de la cocina integral. La idea en este caso sería que los módulos se mantengan en lugares donde no se note su presencia y se mantengan alejados de cualquier cosa que los pudiera dañar como agua o cochambre que se origina por la grasa.

Por lo tanto los módulos que mejor se acomodan son los de contacto empotrados en las cajas eléctricas sustituyendo a los contactos convencionales. Otra opción, estaría en colocar módulos de appliance para los electrodomésticos de la cocina ubicados dentro del plafón del techo y bajar extensiones con sus respectivos contactos montados a la pared. Considero que colocarlos de esta manera cumpliría perfectamente con la seguridad tanto de la instalación como de los módulos, además que se podrían colocar tantos como se necesiten. La figura 5.18 muestra el esquema básico para la cocina, y la figura 5.19 una imagen de como se verá.



**Figura 5.18 Esquema cocina**

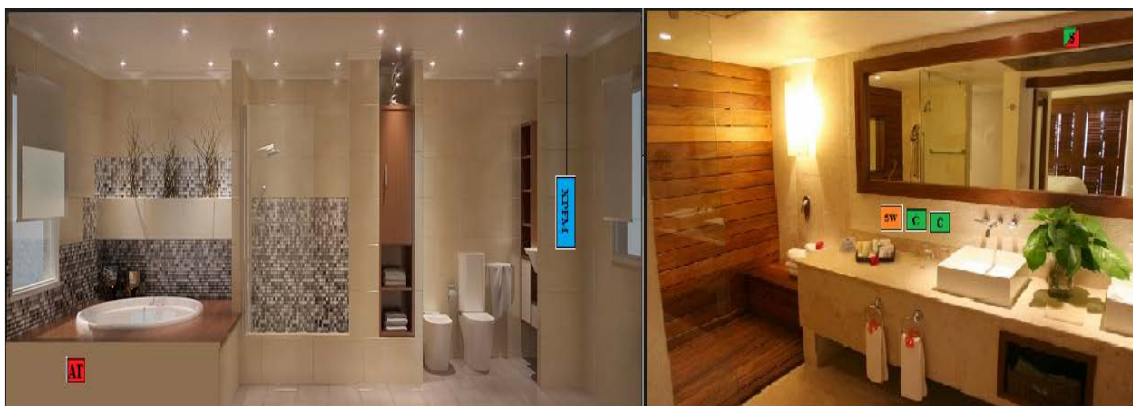


**Figura 5.19 Cocina**

#### **5.7.4 Baños**

En la figura 5.20 se muestra solo al baño de la recámara principal el cual por considerarse como completo es donde se pueden requerir más los dispositivos electrónicos. Sin embargo el diseño de instalación de este cuarto aplica para cualquier otro con las mismas o menores características.

En cuanto a la instalación se propone colocar los dispositivos resistentes al agua y la humedad, o al menos ponerlos lejos de donde puedan tener contacto directo con estos elementos. Principalmente se van a colocar módulos para el control de la iluminación, alarmas técnicas, contactos y un sensor como activador del sistema.



**Figura 5.20 Baño principal**

#### **5.7.5 Corredores**

El área más común quizá serían los corredores y pasillos que se encuentren en los diversos niveles de una vivienda. Como se observa en la figura 5.21, para el proyecto domótico de estas áreas se requiere de módulos para persianas en cada una de las ventanas, para el control de luces activados por sensores los cuales se pueden montar para que iluminen tramos del corredor ó el pasillo completo y cámaras de vigilancia en cada uno de ellos.



**Figura 5.21 Corredores y pasillos**

### **5.7.6 Terrazas**

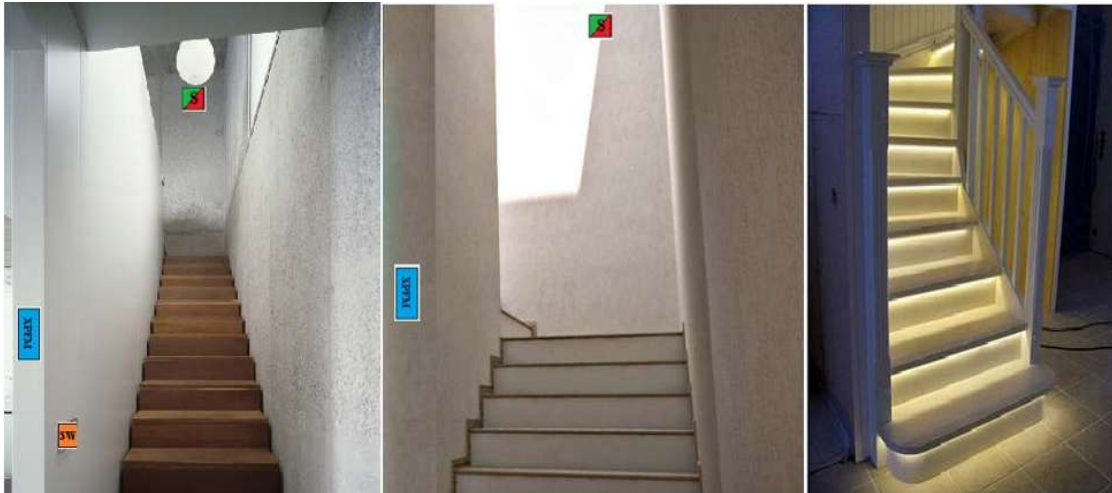
En el plano de la construcción se plantean dos tipos de terraza una subterránea al nivel del sótano y otra como tipo de balcón, es decir a las afueras de la habitación principal. De cualquier forma el diseño del plano domótico depende del tipo de aparatos y otras comodidades que se vayan a colocar en cada una de ellas, sin embargo si se cubren al menos con las características principales que son la iluminación, ventanas, tomacorrientes domóticos y elementos de seguridad como son cámaras y sensores. La figura 5.22 es una imagen del estilo para la terraza panorámica del segundo nivel.



**Figura 5.22 Terraza panorámica**

### **5.7.7 Escaleras**

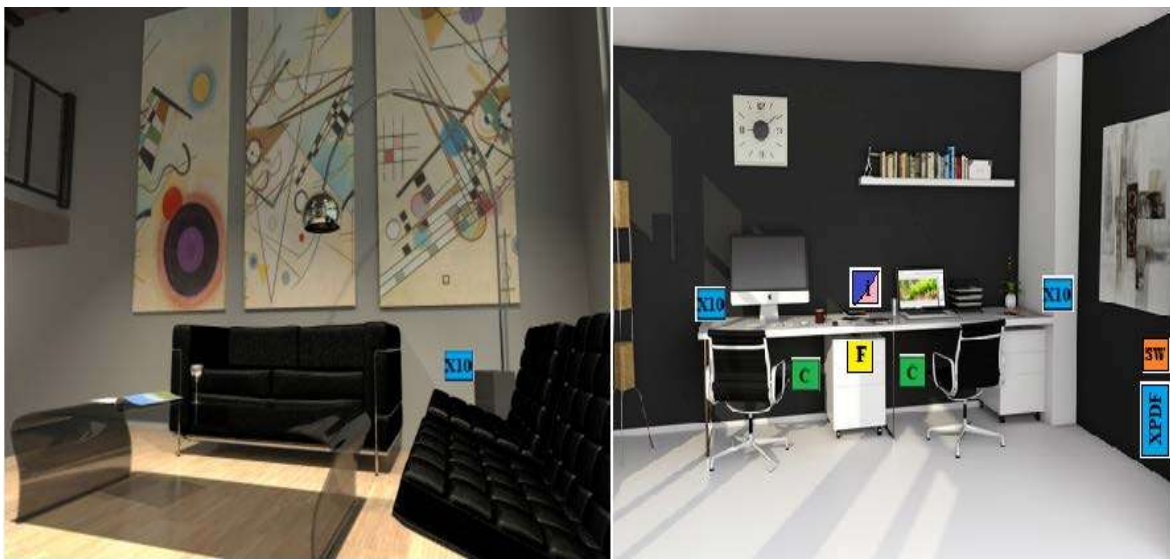
Como lo muestra la figura 5.23, en el corredor para escaleras y de acuerdo al diseño de la casa se van a instalar luces de efecto y las de iluminación convencional. Para esto el proyecto domótico considera controles de iluminación en cada tramo de escalones que comunican los tres niveles, además de sensores de movimiento para activar el corredor correspondiente y un interruptor de encendido general.



**Figura 5.23 Escaleras**

### 5.7.8 Estudio

En el estudio se requiere hacer una instalación domótica similar a la de una oficina, por lo tanto se prevé utilizar dispositivos como módulos de aparato y de lámpara, diversos contactos X10, módulos de persiana para las ventanas y para el control de la iluminación módulos XPDF e interruptores X10 con funciones de regulación de intensidad. Además es un buen lugar para instalar otra central de control Active Home Pro con su unidad de interfaz. La figura 5.24 es una vista de cómo se plantea la distribución de los elementos domóticos en esta área.



**Figura 5.24 Estudio**

### 5.7.9 Cuarto de servicio

La figura 5.25 muestra que la domótica necesaria para el cuarto de servicio está más orientada a la gestión automática del centro de lavado. Para esto se deben instalar módulos

que soporten la potencia de uso del equipo de lavado como algunos tipos de contactos X10 u otros empotrables como los utilizados para el control de iluminación. Adicionalmente se coloca un filtro de sistema, un interruptor X10 para el control de luces y una alarma técnica que es para verificar el nivel de agua.



**Figura 5.25 Cuarto de servicio**

#### **5.7.10 Recámara principal**

Los cuartos de habitación deben contar con todas las comodidades que el sistema X10 otorga al usuario, en este caso se describe solo a la habitación principal que es donde el que más requerimientos del sistema necesita. Para acondicionar este cuarto se van a instalar módulos para la gestión de luces con características de regulación de intensidad XPDF, contactos X10, interruptores X10, el módulo termostato para la gestión del clima artificial, sensores de movimiento para activar las luces y otras preferencias, un par de cámaras de seguridad, alarmas técnicas detectoras de incendios y de impacto para las ventanas, módulos de persiana y tantos módulos de aparato y lámparas como se necesiten. Además dentro de esta habitación esta una central de mando para el sistema de seguridad y del control domótico con su respectiva interfaz.

Cabe señalar que el diseño de instalación domótica previsto para esta recámara es aplicable para cualquier otra con similares o menores características. La figura 5.26 ilustra cómo será la distribución de los módulos en la habitación para lograr crear un entorno con todas las comodidades.



**Figura 5.26 Habitación principal**

## **5.8 Perspectivas de ahorro**

El ahorro energético y la sustentabilidad son aspectos fundamentales a considerar al instalarse un sistema de domótica, ya que gestionar eficientemente el uso de la energía favorece al ahorro de luz, agua y gas. Y por consiguiente también afectará a las facturas de cada uno de estos servicios a final de mes. Por lo tanto, contar con un sistema que permita controlar muchos aspectos de la casa como el encendido y apagado de luces y otros aparatos electrodomésticos puede resultar útil y cómodo. Pero ¿qué ofrece la domótica para conseguir un ahorro de energía?

Los sensores de movimiento permiten la gestión automática de las luces sólo cuando sean requeridas y las apaga cuando ya no detectan presencia.

Controlar la potencia de las luces creando un ambiente de luces reguladas con un dimmer permite ahorrar luz, estableciendo la salida de luz a diversos niveles de luminosidad con el consiguiente ahorro energético. Además, esto también aumenta la vida útil de las bombillas.

Termostatos inteligentes, imprescindibles para ahorrar energía. Estos aparatos adaptan la calefacción y aire acondicionado a los valores pre-establecidos de forma que no haya nunca un exceso.

Programar el encendido o apagado de luces. Según la época del año anoche antes o más tarde. La mayoría de sistemas utilizan células fotosensibles pero a veces aunque haya suficiente luz natural se encienden, por lo que es más preciso establecer horarios.

Gestión automática de las persianas. Por citar un ejemplo, en verano, las persianas levantadas permiten que los rayos del sol entren lo que genera calor, por lo que es necesario

encender el aire acondicionado. Sin embargo para estas situaciones el sistema domótico establece el comportamiento de las persianas de forma que las cortinas bloqueen los rayos del sol y a su vez active el aire acondicionado únicamente cuando sea necesario equilibrar la temperatura ambiente.

Los aspectos mencionados anteriormente son referencias destacables acerca de las posibilidades de ahorro eléctrico que un sistema domótico puede ofrecer, sin embargo también puede ampliar sus posibilidades si se vincula o se adapta con otras instalaciones que operan otros insumos del hogar como instalaciones hidráulicas en sistemas de riego o tinacos, o en instalaciones de gas como por ejemplo calentadores de agua.

Desde un punto de vista general, las viviendas son grandes consumidores energéticos de la sociedad, junto con los transportes o la industria. Este hecho, sumado a que estas construcciones se planean para un largo periodo de vida, hace muy interesante invertir en ahorro energético cuando se construye o reforma cualquier vivienda. Tomando en consideración este aspecto, el periodo de amortización a la inversión siempre será corto en relación a la vida del edificio.

Es importante mencionar que en México la electricidad es el energético que más se consume en los hogares, después del gas LP y la leña. Sin embargo, en las ciudades ocupa el segundo lugar en importancia.

Para conocer cuáles son los principales consumos de energía en una vivienda se presentan las siguientes gráficas que identifican cuales son los aparatos que consumen mayor cantidad de recursos energéticos.

La gráfica 5.1, muestra los porcentajes de consumo promedio de energía eléctrica y gas en un hogar con sistema de clima artificial y dónde se observa que a éste equipo le corresponde el 44% del consumo total, a la iluminación y aparatos electrodomésticos el 33%, al refrigerador el 14%, y al calentador de agua y estufa el 9%.



**Grafica 5.1 Consumo de energía para una casa que cuenta con sistema de clima artificial**

La siguiente gráfica 5.2, describe el porcentaje de consumo promedio exclusivamente de electricidad en un hogar, y muestra que el 40% corresponde a iluminación, el 29% al refrigerador, el 13% al televisor, el 7% a otros electrodomésticos, el 6% a la plancha y el 5% a la lavadora de ropa.



**Grafica 5.2 Consumo de energía para una casa que no cuenta con sistema de clima artificial**

Como puede observarse en las gráficas anteriores, el aparato que mayores recursos requiere es el de aire acondicionado, sobre todo si es de modelo atrasado y no ha tenido mantenimiento si trabaja día y noche. Por otro lado, si el refrigerador tiene más de ocho años de uso conviene cambiarlo por uno nuevo, dado que por ser más eficiente consumirá hasta 60% menos energía. Además, si en casa hay focos incandescentes, sería mejor cambiarlos por tubos y lámparas fluorescentes (ahorradoras).

Tomando en cuenta todos los datos anteriores, es fundamental saber que la iluminación, el refrigerador y el aire acondicionado son los que más consumen energía en casa, por lo que contar con un sistema encargado de usar adecuadamente estos recursos impactará favorablemente tanto en las cuotas de los insumos y en la vida útil de los equipos.

## 5.9 Presupuesto

Los datos que se muestran en la tabla 5.1 son los requeridos para la instalación del sistema domótico. Los precios y la cotización fueron realizados con base a los precios consultados en la página del proveedor así como en la cantidad de unidades adquiridas por el cliente.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla y considerando que falta por añadir el costo de algunos dispositivos domóticos, la inversión inicial para este proyecto es de \$ 133, 414.85 pesos que incluye ya a la mayor parte de los dispositivos considerados para la obra.

Al analizar el costo beneficio que representa implementar un sistema domótico, se debe considerar el ahorro de los recursos energéticos que forman parte de las diversas instalaciones de una vivienda. Por ejemplo, se ha demostrado que utilizar este tipo de sistemas puede generar un ahorro en la energía eléctrica hasta en un 30 % y si se usan para gestionar los sistemas hidráulicos de la casa se podría ahorrar hasta un 80% en la tarifa de agua.

Sin embargo, y a pesar de lo costoso que pudiera parecer contar con esta tecnología, los ahorros que genera la gestión inteligente de los recursos energéticos del hogar sobre todo en agua, gas y energía eléctrica, paulatinamente va cubriendo el costo de la instalación reflejado en las facturas de estos insumos comparados con una vivienda convencional. Además alarga la vida útil de estas instalaciones y de las luces y electrodomésticos conectados al sistema.

Tabla 5.1 Lista de los dispositivos domóticos adquiridos

| Dispositivo                                  | matricula | grupo X10             | cantidad | precio unitario (US dls) | precio unitario (pesos Mex) | Costo tot x num. Pzas (pesos Mex) |
|----------------------------------------------|-----------|-----------------------|----------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| wall switch module                           | WS467     | interruptor X10       | 3        | 17.99                    | 239.2                       | 717.6                             |
| wireless RF wall switch                      | PHW04D    | control / interruptor | 1        | 18.99                    | 252.5                       | 252.5                             |
| 4 button keypad with dimmer                  | XP4D-W    | control / interruptor | 8        | 8.99                     | 119.53                      | 956.24                            |
| stick A-switch                               | SS13A     | control / interruptor | 10       | 50.97                    | 677.76                      | 6777.6                            |
| wall mounted controller                      | XPI       | interruptor X10       | 9        | 38.99                    | 518.46                      | 4666.14                           |
| decorator wall dimmer module                 | WS12A     | interruptor X10       | 3        | 18.99                    | 252.5                       | 757.5                             |
| super socket receptacle                      | SR227     | contacto X10          | 6        | 29.99                    | 398.78                      | 2392.68                           |
| wall receptacle module                       | PA011     | contacto X10          | 11       | 34.99                    | 463.27                      | 5117.97                           |
| duplex receptacle                            | XPR-W     | contacto X10          | 4        | 34.99                    | 465.27                      | 1861.68                           |
| IR / RF control remote                       | IR34A     | controlador           | 6        | 29.99                    | 398.78                      | 2392.68                           |
| 5 in 1 universal remote                      | UF73A     | controlador           | 4        | 7.99                     | 106.24                      | 424.96                            |
| 5 in 1 universal learning remote             | UF74A     | controlador           | 2        | 5.99                     | 132.84                      | 265.68                            |
| palm pad remote control                      | HR12A     | controlador           | 6        | 19.99                    | 265.81                      | 1594.86                           |
| maxi controller                              | SC503     | controlador           | 1        | 29.99                    | 398.78                      | 398.78                            |
| security keyfob remote                       | KR32A     | control / seguridad   | 4        | 18.99                    | 252.5                       | 1010                              |
| security home automation remote control      | SH624     | control / seguridad   | 6        | 18.99                    | 252.5                       | 1515                              |
| slim fire control                            | KR19A     | control / seguridad   | 11       | 14.99                    | 199.32                      | 2192.52                           |
| security remote control                      | KR10A     | control / seguridad   | 5        | 12.99                    | 172.73                      | 863.65                            |
| voice dialer security console                | PSS61     | control / seguridad   | 2        | 69.99                    | 930.67                      | 1861.34                           |
| voice dialer security console                | SC1700    | control / seguridad   | 1        | 79.99                    | 1063.65                     | 1063.65                           |
| wireless motion sensor                       | MS10A     | control / seguridad   | 11       | 16.99                    | 225.92                      | 2485.12                           |
| Active eye sensor                            | MS16A     | control / seguridad   | 5        | 18.99                    | 252.5                       | 1262.5                            |
| Eagle Eye sensor                             | MS14A     | control / seguridad   | 15       | 35                       | 465.4                       | 6981                              |
| security motion sensor                       | MS18A     | control / seguridad   | 4        | 26.99                    | 358.89                      | 1435.56                           |
| motion sensor with dual floodlights          | PH501     | control / seguridad   | 3        | 175                      | 237.02                      | 6981.06                           |
| motion sensor with floodlights               | PH511     | control / seguridad   | 9        | 175                      | 237.02                      | 20943.18                          |
| Lamp module                                  | LM465     | modulo X10            | 28       | 17.99                    | 239.2                       | 6697.6                            |
| Appliance module                             | AM465     | modulo X10            | 5        | 17.99                    | 239.2                       | 1196                              |
| Appliance module                             | AM465     | modulo X10            | 3        | 16.99                    | 225.92                      | 677.76                            |
| Appliance module                             | PAMC2     | modulo X10            | 6        | 24.99                    | 332.31                      | 1993.86                           |
| socket rocket screw in lamp module           | LM15A     | modulo X10            | 11       | 17.99                    | 239.2                       | 2631.2                            |
| Dimming fixture module                       | XPDF      | modulo X10            | 8        | 26.99                    | 358.89                      | 2871.12                           |
| fixture module                               | XPFM      | modulo X10            | 6        | 26.99                    | 358.89                      | 2153.34                           |
| thermostat self-back control system          | TH2807    | termostato            | 3        | 12.99                    | 339                         | 1017                              |
| door / window sensor                         | DS10A     | seguridad             | 9        | 14                       | 186.17                      | 1675.53                           |
| door / window sensor                         | DS12A     | seguridad             | 12       | 18.99                    | 225.92                      | 2711.04                           |
| power horn remote siren                      | SH10A     | seguridad             | 1        | 19.99                    | 265.81                      | 265.81                            |
| power horn security siren                    | PH508     | seguridad             | 3        | 24.99                    | 332.31                      | 996.93                            |
| 2.4 GHz wireless color camera / video sender | XC10A     | seguridad             | 2        | 79                       | 1050.53                     | 2101.06                           |
| camera control system c / remote control     | CR12A     | seguridad             | 1        | 14.95                    | 198.8                       | 198.8                             |
| 2.4 GHz wireless color camera                | XC18A     | seguridad             | 1        | 99.35                    | 1321.14                     | 1321.14                           |
| Big red panic button                         | KR15A     | seguridad             | 1        | 13.99                    | 186.03                      | 186.03                            |
| universal module                             | PH1M01    | sistema               | 10       | 29.99                    | 398.78                      | 3987.8                            |
| 20 Amp wired in filter                       | XPF       | sistema               | 5        | 34.99                    | 465.27                      | 2326.35                           |
| system coupler repeater                      | XPCR      | sistema               | 2        | 59.99                    | 797.74                      | 1595.48                           |
| Active home pro 2-way PC interface           | CM15A     | sistema               | 5        | 79.99                    | 1063.69                     | 5318.45                           |
| power flash interface                        | PS001     | sistema               | 8        | 24.99                    | 332.31                      | 2658.48                           |
| RF transceiver module                        | TM751     | sistema               | 10       | 19.99                    | 265.81                      | 2658.1                            |
| remote controlled chime                      | SC546A    | sistema               | 2        | 18.99                    | 252.5                       | 505                               |
| battery pack                                 | ZB10A     | sistema               | 1        | 21.76                    | 289.36                      | 289.36                            |
| 2.4 GHz wireless video receiver              | VR36A     | sistema               | 2        | 75.24                    | 1000.53                     | 2001.06                           |
| whole house VCR controller                   | UX23A     | sistema               | 1        | 22.99                    | 305.71                      | 305.71                            |
| fire cracker computer interface              | CM17A     | sistema               | 1        | 14.99                    | 199.33                      | 199.33                            |
| USB digital video converter                  | VA12A     | sistema               | 1        | 79                       | 1050.53                     | 1050.53                           |
| power line signal analyzer                   |           | sistema               | 1        | 349.99                   | 4654.13                     | 4654.13                           |
| TOTAL                                        |           |                       |          |                          |                             | 133414.85                         |

## Capítulo 6

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto me ha permitido conocer a fondo el funcionamiento del protocolo X10 junto con sus beneficios y sus debilidades. En este capítulo se expresan los puntos más importantes en lo que se refiere a la experiencia adquirida durante el desarrollo de este proyecto, así como brindar algunas sugerencias para implementar exitosamente el sistema de domótica X10. También se plantean mejoras que se podrían realizar en proyectos que involucren otras áreas del conocimiento, una vez que se han desarrollado las herramientas básicas para la implementación de sistemas de domótica sobre protocolos X10.

### 6.1 CONCLUSIONES

El término domótica surge de la combinación de dos palabras que significan casa automatizada. Es el resultado de la necesidad de la sociedad actual de reducir drásticamente el consumo de energía junto con la demanda de confort en los hogares.

Cuando se habla de domótica, se refiere a una serie de autómatas que junto con unas sondas colocadas estratégicamente forman una estructura tecnológica que actúan de cierta manera ante determinados eventos. La gama de aplicaciones son muchas, sin embargo algunas de los más comunes son iluminación, seguridad, ahorro energético y comodidad.

Los sistemas de domótica basados en el protocolo X10 son ideales para realizar tareas de control de baja complejidad dentro del hogar, ya que gracias a unos sencillos módulos se pueden controlar y configurar a distancia aspectos como el confort, la seguridad, las comunicaciones y el ahorro energético. Y debido a su sencillez de instalación, su fácil manejo y su precio accesible, X10 es el sistema de domótica más utilizado en los hogares del mundo ya que se adapta a todas las necesidades de control domótico de los hogares.

Las posibilidades de un sistema de domótica son tantas como se puedan imaginar, es decir, cualquier aparato o instalación al que se pueda gestionar su encendido y apagado es susceptible a utilizar este sistema. Además el sistema X10 cuenta en su línea con dispositivos diseñados específicamente para construir el sistema domótico deseado en cualquier lugar y para cualquier aplicación.

Por lo descrito anteriormente, para este proyecto de domótica se eligió utilizar el sistema X10 debido a que el proyecto arquitectónico para esta casa habitación contempla instalar diversos tipos de equipos eléctricos y electrónicos alrededor y dentro de la casa para eficientar su utilización y reducir gastos energéticos

Sin embargo, como todo equipo electrónico presenta algunas debilidades sobre todo en su funcionamiento. Gracias a la experimentación previa llevada a cabo con el envío y recepción de señales a través de la línea de CA se ha encontrado desventajas que el protocolo X10 tiene. Enseguida se detallan algunas de estas fallas.

El protocolo X10 falla cuando:

- Hay instalado otro sistema adicional que transmita señales de información codificada continua a través de la línea eléctrica que impidan que las señales X10 pueda transmitir sus datos.
- Se tiene en funcionamiento cualquier motor de medianas a grandes dimensiones que inserte en la red un número tan elevado de ruido electromagnético que destruye las señales X10.
- Hay en la misma red muchos equipos con fuente de alimentación conmutada, las cuales generan también mucho ruido eléctrico y además debido a su impedancia interna destruyen la portadora.
- Si los módulos tienen un comportamiento errático, se puede deber a que el sistema está captando señales de alguna fuente externa cercana.

En muchos de los casos la solución consiste en poner un filtro X10 a la entrada de la red eléctrica de la casa y en ratificar los códigos de los aparatos.

Otro aspecto a resaltar es que resulta complicado realizar una red X10 para tareas complejas o a gran escala, ya que la comunicación se realiza a través de un bus compartido y en modo half dúplex (***ver glosario de términos***). Para tareas de control que requieran el envío de gran cantidad de datos se necesita un protocolo de mayor ancho de banda que el protocolo X10, cuyo ancho de banda es de 60bps.

En general el sistema de domótica X10 cubre los requerimientos mínimos para la automatización de un hogar, sin embargo debido a sus carencias como su velocidad de comunicación o las pérdidas de información requiere una instalación y selección de productos muy cuidada.

Además, actualmente las necesidades de automatización en viviendas han cambiado y las exigencias son superiores, por lo que al protocolo X10 le queda poco de vida para instalaciones profesionales.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Para la instalación de un sistema de domótica basado en el protocolo X10 es conveniente instalar filtros en el cable de alimentación del hogar, para evitar que sistemas similares de los vecinos afecte el sistema propio.

Si el hogar cuenta con alimentación de más de una fase, es conveniente instalar módulos acopladores de fases, los cuales sirven como puente para que la señal de comando llegue a donde se encuentran los dispositivos conectados en una fase distinta de donde está conectado el módulo de control.

Para ampliar las prestaciones del sistema es conveniente que se consideren instalar funciones complementarias para brindar enlaces de comunicación remota, es decir aplicaciones de software que otorguen mayores opciones de configuración y control al usuario.

Para realizar sistemas de seguridad en base al protocolo X10 es necesario implementar funciones de autenticación al protocolo para evitar que cualquier usuario no autorizado pueda lograr acceder al sistema controlado. Por este motivo no se recomienda que el protocolo X10 básico sea usado para comandar cerraduras eléctricas o sensores destinados a brindar servicios de seguridad.

Las modificaciones sugeridas tienen que ver con establecer códigos de autenticación enviados a través de la función para enviar comandos extendidos y deshabilitar los códigos estándar del protocolo X10 para los dispositivos relacionados con los servicios de seguridad.

Se recomienda instalar módulos de potencia en dispositivos de alto consumo de energía eléctrica como por ejemplo termostatos. Al instalar un módulo de potencia en el termostato se le permite al sistema de control encenderlo solo el tiempo necesario, generando un ahorro de energía sin que cause ningún inconveniente para el usuario.

El protocolo X10 no es apropiado para sistemas de control en la industria o donde se necesite garantizar que la información sea recibida con alta fidelidad, puesto que éste protocolo no permite verificar que el receptor recibió la información. La única garantía que brinda este protocolo es que se puede verificar con un alto nivel de seguridad que el comando recibido es correcto o no. Se podría implementar una mejora en el protocolo para permitir al controlador saber si el dato fue recibido o no, pero es necesario tomar en cuenta que es un protocolo de transición en modo half dúplex lo que reduce su ancho de banda.

El uso del protocolo X10 tal como está planteado solo es recomendable para la domótica en hogares y en oficinas pequeñas donde el número de tareas de control es limitado. Es decir, cuando no se requiere enviar más de una trama X10 por segundo como máximo.

# ANEXOS

## ANEXO 1: Guía de configuración para el software Active Home Pro.

### Introducción

Después de haber instalado todos los dispositivos necesarios y el módulo interfaz, hay que instalar en la PC el software de control Active Home Pro. Una vez ejecutado el programa, se creará un ícono dentro de la carpeta programas de windows, el cual nos servirá de ejecutable para la utilización del programa.

#### 1. La ventana principal Active Home Pro

La ventana principal de Active Home Pro divide la casa en distintas habitaciones, donde se irán añadiendo los componentes X10, como se observa en la figura A1.1.



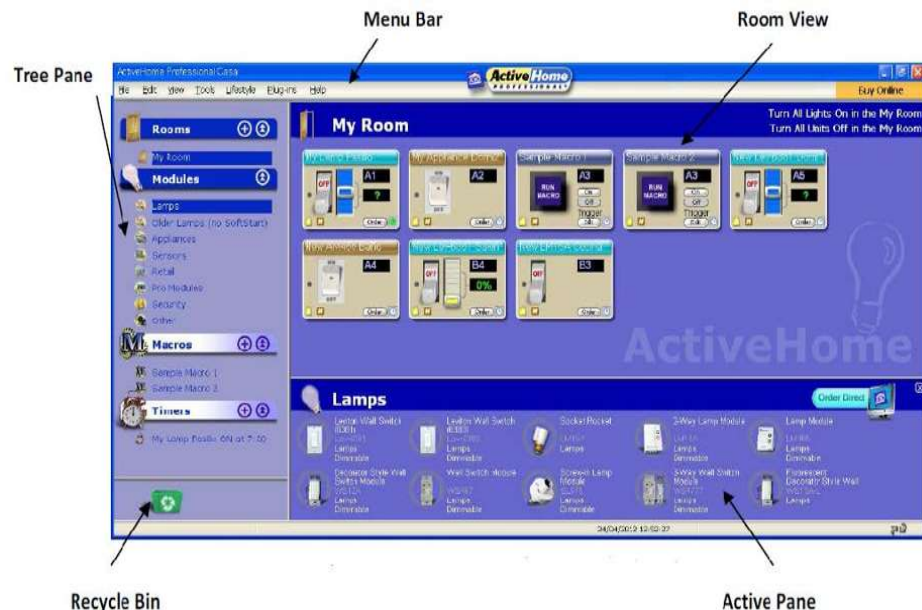
Figura A1.1 Entorno de trabajo de Active Home Pro.

La ventana principal consta de 5 elementos principales:

- **Room View.** Es la ventana más importante en el software. Todos los módulos creados, para luces, macros, etcétera aparecerán aquí para organizarlos y controlarlos.
- **Menu Bar.** Proporciona el acceso a todas las opciones y configuraciones existentes en todo el programa, además de facilitar formas distintas de ordenar y usar los módulos.

- **Tree Pane.** Proporciona una visualización general de las habitaciones, así como los diferentes tipos de módulos y las macros y eventos temporales creados, dicho de otra forma proporciona una visualización general del panel creado.
- **Active Pane.** Muestra diferentes opciones de configuración para el “Room View”. Pueden aparecer dos cosas en este panel, el “Timer Designer” (programación de eventos temporizados) y “Module List” (lista de módulos).
- **Recycle Bin.** Cuando algo es eliminado en este software es dirigido a este archivo. Cuando se da un click a este símbolo, éste abre su contenido en “Room View”, donde se pueden reestablecer ítems borrados o eliminarlos permanentemente del PC.

En la figura A1.2 se ilustra la ubicación de los elementos principales de la ventana principal del software.



**Figura A1.2 Panel principal Active Home Pro.**

En el programa Active Home Pro los módulos están clasificados en 4 diferentes categorías las cuáles son:

- Módulos de lámparas y control de iluminación
- Módulos de aparato y contactos X10
- Sensores y alarmas técnicas
- Misceláneos (módulo termostato, cámaras X10, módulo para persiana, consolas X10, etc.)

Una vez instalados todos los dispositivos hardware necesarios y se han asignado los códigos de casa y unidad físicamente a cada dispositivo, se añadirán los módulos virtuales

que representan a los verdaderos en el entorno Active Home Pro y se les asignará el mismo código que a estos.

En la figura A1.3 se observa el panel principal para seleccionar los dispositivos instalados, además de un menú de módulos donde se selecciona la categoría del dispositivo que corresponda con el módulo instalado en la red eléctrica.



**Figura A1.3 Panel principal señalando las diferentes categorías y tipos de módulos.**

Una vez mencionados los tipos de módulos que este software ofrece, ahora se explican de forma detallada los módulos disponibles en el panel de configuración creado. Hay dos formas de añadir módulos al procesamiento de datos del programa.

- **Usando recuadros de módulos:** En este caso basta simplemente con arrastrar el módulo deseado del menú inferior al panel de la habitación en la que se desea añadir como se observa en la figura A1.4.
- **Ventana de adición de módulo:** Para utilizar la ventana de adición de módulos, se selecciona la opción *Add module* del menú *Edit* de la barra de herramientas, y aparecerá la ventana “*Add module*”.



Finalmente, independientemente de la forma para añadir el módulo quedará un ícono como el mostrado en la figura A1.5 sobre el panel de la ventana.



Para actuar sobre los módulos X10 instalados simplemente hay que colocar el ratón sobre el botón ON/OFF y pulsarlo. Así el interruptor cambiará de estado y la acción ejecutada se transmitirá al aparato conectado. También usando la barra de desplazamiento (a la derecha del interruptor), arrastrando arriba o abajo, se puede regular la intensidad de la luz (en este módulo en concreto), lo que recibe el nombre de función *Dimmer*. La figura A1.6 muestra el ícono característico para módulos con control de luces.



## 2. Módulos especiales.

Existen algunos módulos que tienen funciones diferentes a las de encendido y apagado, como por ejemplo los empleados para que una alarma suene, sólo se tiene que hacer clic en la bocina. En cambio los sensores de movimiento no tienen ningún botón de control, estos

sólo envían comandos pero no los recibe. El programa únicamente muestra cuando están activos. Por otro lado, los módulos de expansión únicamente permiten encender o apagar un módulo en concreto utilizando para ello un switch ON/OFF. La imagen A1.7 muestra los íconos para estos módulos de uso particular.



**Figura A1.7 Módulos especiales**

Otra opción para controlar los dispositivos está en los módulos de dos vías (*Two-way*) de la figura A1.8, los cuales además de recibir comandos y encender o apagar algunos módulos X10, pueden enviar información de vuelta al AHP. Estos módulos a dos vías (módulo de lámpara modelo LM14A, módulos de aparato AM14A y AM15A además de algunos otros modelos de otros fabricantes) tienen un botón llamado “POLL”. Cuando se da click a ese botón, AHP obtendrá nueva información actualizada del status de los módulos.



**Figura A1.8 Módulos a dos vías**

### **3. Programación de eventos macros.**

La programación de eventos permite apagar o encender un dispositivo en una fecha determinada. Este hecho es la novedad más importante que introduce el software Active Home Pro. Para cada módulo en el sistema se pueden tener múltiples temporizadores programados a diferentes horas, días de la semana y fechas a lo largo del año. Se pueden programar eventos para el amanecer o anochecer, e incluso hacer que ciertos eventos diarios no se repitan exactamente a la misma hora.

Los temporizadores para módulos se crean en el recuadro “Timer Designer”. Como se muestra en la figura A1.9 y para crear un evento se pulsa sobre la ventana de programación de eventos (reloj) del módulo X10 concreto.



**Figura A1.9 Ventana Timer Designer.**

En la figura A1.10, se muestra la ventana de opciones para configurar el temporizador, ya que el programa cuenta con diversas opciones a la hora de crear los temporizadores, pero sólo hay que hacer uso de aquellos que sean más útiles entre las que se encuentran las siguientes:

- Horas de encendido o apagado.
- Activación con fechas.
- Días de la semana.
- Nivel de luminosidad.
- Nivel de brillo.
- Amanecer y anochecer (Dusk and Dawn).
- Opciones especiales.
  - a) Seguridad (Security)
  - b) Almacenaje en interface (Store in interface)
  - c) Repetición (Repeat)



**Figura A1.10 Configuración del temporizador.**

Cuando se está en el “Time Designer”, todos los temporizadores del módulo están detallados en una ventana de texto como la de la figura A1.11 que se encuentra en la parte superior del recuadro.



**Figura A1.11 Lista de temporizadores programados.**

La lista describe cada temporizador y cuando habrá cambios de estado en el módulo. Si no desea un temporizador activo, solo hay que retirar el visto del casillero al lado derecho de éste. Para eliminar un temporizador simplemente se selecciona y se pulsa el botón de “Delete”.

Cuando se ajusta la programación de los temporizadores, los cambios se guardan automáticamente. Para comprobar qué módulos están temporizados hay que revisar el icono del reloj como el de la figura A1.12, si dicho icono está en verde es que está temporizado y si está blanco es que no lo está.



**Figura A1.12 Icono de temporización.**

El registro de eventos ocurridos es indicado por la aplicación *Active Home Pro*, a través de histórico de eventos en la opción *Activity Monitor* indicado en la figura A1.13.



| ID  | View                | Time       | Action                     | Device |
|-----|---------------------|------------|----------------------------|--------|
| 94  | 27/11/2008 21:48:59 | Transmit   | A Off                      |        |
| 95  | 27/11/2008 21:48:59 | Transmit   | A1                         |        |
| 96  | 27/11/2008 21:48:59 | Transmit   | A On                       |        |
| 97  | 27/11/2008 21:48:02 | Transmit   | A1                         |        |
| 98  | 27/11/2008 21:48:03 | Transmit   | A Off                      |        |
| 99  | 27/11/2008 21:48:03 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 100 | 27/11/2008 21:48:03 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 101 | 27/11/2008 21:48:03 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 102 | 27/11/2008 21:48:10 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 103 | 27/11/2008 21:48:19 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 104 | 27/11/2008 21:48:19 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 105 | 27/11/2008 21:48:20 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 106 | 27/11/2008 21:48:20 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 107 | 27/11/2008 22:04:18 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 108 | 27/11/2008 22:04:19 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 109 | 27/11/2008 22:04:54 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 110 | 27/11/2008 22:04:55 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 111 | 27/11/2008 22:05:14 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 112 | 27/11/2008 22:05:14 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 113 | 27/11/2008 22:05:17 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 114 | 27/11/2008 22:05:17 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 115 | 27/11/2008 22:05:38 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 116 | 27/11/2008 22:05:38 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 117 | 27/11/2008 22:05:55 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 118 | 27/11/2008 22:05:55 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 119 | 27/11/2008 23:52:37 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 120 | 27/11/2008 23:52:37 | Transmit   | A On (SALA INGRESO LM15A)  |        |
| 121 | 27/11/2008 23:52:43 | Transmit   | A2 (SALA INGRESO LM15A)    |        |
| 122 | 27/11/2008 23:52:43 | Transmit   | A Off (SALA INGRESO LM15A) |        |
| 123 | 28/11/2008 21:11:31 | Receive RF | A Unknown                  |        |

**Figura A1.13** Histórico de eventos.

#### 4. Uso los eventos macro

Este tipo de acciones se crean para efectuar diversos tipos de actividades sobre grupos de dispositivos X10, cuando éstos se usan frecuentemente de forma similar lo cual es posible gracias a que Active Home Pro cuenta con una acción en su aplicación de poder crear estos eventos automáticos. Este software no proporciona un límite sobre el número de aparatos a controlar desde una macro ni el número de macros.

Para crear una macro hay que pulsar en el menú de la ventana *Macro designer* Macro/Nueva Macro, aparecerá el generador de macros con la nueva macro y todos los dispositivos disponibles, como se indica en la siguiente figura A1.14.



**Figura A1.14** Ventana para la creación de macros (*Macro Designer*).

Una vez creada la macro aparecerá ícono como el de la figura A1.15 en el panel del editor de habitación.



**Figura A1.15** Icono en el panel principal AHP que representa a la macro creada.

Se puede activar una Macro de diferentes maneras:

- Hacer click en el botón “Run Macro” en la vista “Room View”
- Se puede programar el temporizador para enviar el código de accionamiento para que la Macro comience a ejecutarse a una hora específica.
- Presionar un botón en cualquiera de los controladores X10 o controles remotos.
- Programar a un sensor de movimiento para que envíe el comando de accionamiento.

**NOTA:**        *Es necesario asegurarse que la macro este guardada en la interfaz.*

Algunas de las herramientas disponibles para la edición de estos eventos son:

- **Diseñador de Macros (Macro Designer):** Esta ventana se usa para crear y modificar macros. Se puede acceder a esta ventana de diferentes formas: dando un click en una Macro existente en la lista “Macros” del “Tree View”, dando click en el botón (+) para crear una nueva Macro, usando el botón “Edit” en una Macro en la vista “Room View” y otras.
- **Barra de información (Information Bar):** Se puede acceder y cambiar la información de una Macro en la barra de información en el extremo superior de la ventana Macro Designer.
- **Lista de módulos:** Para añadir comandos a una Macro, se arrastra el módulo que se quiere controlar de la lista de Módulos (*Module List*) que está al lado derecho de la ventana *Macro Designer*, hacia la línea de tiempo de Macro (*Macro TimeLine*). En el extremo superior de la lista están los módulos de la habitación seleccionada. Estos módulos se cambian de habitación usando la lista de arrastre y los módulos también cambiarán.

- **Lista de habitaciones:** Cada habitación también tiene una lista, un módulo especial que podría usarse para controlar todos los demás módulos de la respectiva habitación, lo que es una manera sencilla de encender y apagar todos los módulos de una habitación a la vez.
- **Línea de Tiempo de Macros:** Es donde se construye la *Macro*. Para aumentar eventos a la macro, se arrastra un módulo o un comando especial a la Línea de Tiempo desde la lista de módulos a la derecha de la pantalla. Cuando se suelta el módulo en la Línea de Tiempo, ya se puede seleccionar que se va a hacer con el módulo. En la figura A1.16 se muestra a detalle el menú para la línea de tiempo.



**Figura A1.16 Línea de tiempo de Macros.**

Al seleccionar para visualizar todas las macros aparece una ventana en la que cada Macro se muestra con su descripción textual, información del detonador, el tiempo total de ejecución y en qué habitación está trabajando. Para editar un programa Macro específico se escoge la opción “Edit” de su menú. También se observa un indicador de estado de la Macro: el icono del módulo indica si una macro está almacenada en la memoria de la interfaz Active Home Pro. Y el icono del reloj como el de la figura A1.17, indica si hay temporizadores en el programa, estará de color verde si los hay y blanco en caso contrario.



**Figura A1.17 Icono que indica si hay temporizadores.**

## **5. Almacenando eventos en la interface**

El software AHP está diseñado para establecer horarios y macros que funcionaran aún cuando la computadora este apagada o si la interface de AHP se encuentra desconectada de la misma. Al almacenar eventos en la memoria de la interface se puede establecer una agenda de eventos que se activen automáticamente. También se pueden programar los

eventos para cualquier otra ubicación y mover la interface a cualquier otro sitio que se requiera. La memoria de la interface guarda todos los horarios y los macros incluso si se encuentra desconectada o sin baterías, las cuales son para que la hora y el día no se pierdan en caso de un apagón.

Al crear horarios y macros, estos están programados para guardarse automáticamente en la interface. Se puede cambiar esta opción usando el “checkbox” de “store in interface” en el “timer designer” (diseñador de horarios), o en el checkbox “run while computer is off” del diseñador de macros.

AHP automáticamente preguntara si se desea guardar los datos en la interface antes de cerrar el programa, si es que se han realizado cambios. Para guardar los cambios en la interface, usar el menú herramientas y escoja “download timers and macros”. El indicativo que los datos se han cargado a la interface será con un icono como el que se muestra en la siguiente figura A1.18.



**Figura A1.18 Descargando datos en la interface**

Al contrario de los módulos regulares, dos Macros pueden compartir el mismo direccionamiento, mientras que una utilice el accionamiento ON y la otra el OFF.

Cuando se crea un evento Macro, éste se crea para una habitación concreta. Se puede cambiar de habitación sin que esto afecte a los comandos que la macro utiliza.

## **6. Códigos de casa y de unidad**

Todos los módulos X10 usan un sistema de ubicación que permite controlar a cada módulo de manera separada. Una ubicación X10 consiste en dos partes el código de casa y el código de unidad.

Un código de casa es parte de la dirección (ubicación) con la cuál X10 asigna un módulo a un grupo. AHP puede controlar módulos asociados a cualquier House code, pero los controles X10 sólo pueden enviar comandos a un módulo a la vez. Se puede establecer el House code con la perilla de letras en el módulo con simbolos de la A a P.

Se pueden usar House code's si se tienen varios módulos en una habitación basándose en la manera en que se utilizan dichos equipos, o bien en el lugar en que se ubica o para diferenciar su actividad como los que utilizan macros.

El unit code de un módulo hace posible controlar ese módulo de manera independiente en relación a otros módulos. Cuando se establece el número de un módulo (del 1 al 16), hay que asegurarse que utilice un número distinto en cada módulo perteneciente al mismo House code.

## **7. Seguridad**

El software Active Home Pro también permite el monitoreo remoto a través de sus cámaras X10, sus dispositivos se conectan a la red eléctrica y este a su vez envía una señal RF de video al dispositivo Wireless Video Receiver VR, que se conecta a través del puerto del PC, y visualizada a través de la aplicación Active Home Pro.

En los últimos años Active Home Pro ha desarrollado parches para mejorar el control remoto del hogar añadiendo a la aplicación de Active Home Pro “My House Online”. Esta funcionalidad de la aplicación permite conectarse remotamente desde cualquier parte del mundo a través de un acceso de internet hacia el hogar, y lograr visualizar localizaciones de la casa a través de las diferentes cámaras X10 instaladas y controlar los dispositivos configurados, el sistema permite simular que la casa está habitada cuando no hay personas en su interior, a través del encendido aleatorio de luces y sistemas sonoros que se comportan como si la vivienda estuviera realmente habitada.

## **ANEXO 2: LABORATORIO X10**

### **Objetivo general**

El sentido de este apartado es el de proponer una serie de prácticas que se puedan realizar en el laboratorio utilizando los dispositivos y la teoría X10, y al mismo tiempo contribuyan al entendimiento de la instalación de un sistema de domótica.

### **Práctica 1**

#### **El cruce por cero y la transmisión de señales por la red eléctrica**

##### **Objetivo:**

Conocer y aplicar la teoría de como se aprovecha el punto neutro de la señal senoidal de la fase de carga para inyectar una trama de información codificada a través de la red eléctrica para transmitir comandos e instrucciones hacia los dispositivos de domótica.

### **Práctica 2**

#### **Conociendo los módulos X10 e implementación del kit básico**

##### **Objetivo:**

Conocer y clasificar la gama de módulos y dispositivos con los que la marca X10 cuenta para realizar la instalación domótica. Detallar sus características y aplicaciones, así como comprobar su funcionamiento.

### **Práctica 3**

#### **Instalación de los módulos empotrables**

##### **Objetivo:**

El sistema X10 cuenta con módulos que se adaptan directamente a la instalación eléctrica convencional, éste es el caso de dispositivos como los de pared, de casquillo, de carril DIN, los interruptores empotrables y los módulos con cable. Este apartado se dedica a conocer las características técnicas de éstos dispositivos y la manera de conectarlos.

### **Práctica 4**

#### **Configuración de los sensores y los mandos X10**

##### **Objetivo:**

Para configurar tanto sensores como mandos controladores se requiere de una técnica particular para cada uno de ellos debido a sus capacidades y características, por lo tanto la práctica está dedicada para aprender a utilizar los dispositivos más comunes de ambos tipos.

### **Práctica 5**

#### **Instalación de filtros y los acopladores de fases**

##### **Objetivo:**

Instalar filtros X10 evita problemas de elementos que pueden introducir ruido o cualquier otra perturbación al circuito domótico y distorsionar las señales. El módulo acoplador de fases cumple con la tarea de establecer un puente de comunicación en instalaciones eléctricas donde haya más de una fase. La práctica tiene la finalidad de aprender el funcionamiento de estos dispositivos como protectores y complementos para el buen funcionamiento del sistema.

### **Práctica 6**

#### **Estabilizadores y medidores de señales X10**

##### **Objetivo:**

Los módulos estabilizadores de señal repiten y amplifican señales X10 de baja intensidad que viajan sobre la línea eléctrica, además se pueden utilizar dispositivos del sistema para

vigilar la correcta transmisión de señales. La idea de esta práctica es precisamente aprender a usar estas herramientas para mantener funcional la instalación domótica.

## **Práctica 7**

### **Instalación de Home Security X10**

#### **Objetivo:**

X10 ofrece su línea de dispositivos de seguridad conformado principalmente por sirenas, marcadores automáticos y consolas de seguridad, sensores de movimiento y cámaras de CCTV. La práctica se orienta hacia la mejor manera de instalar estos dispositivos de seguridad dentro de una vivienda, además de comprobar su configuración, aplicaciones y funcionamiento.

## **Práctica 8**

### **Programación de la interface y el uso del software Active Home Pro**

#### **Objetivo:**

La Interfaz es un dispositivo necesario para crear enlace entre los dispositivos instalados y la computadora ya que le envía a través de un cable USB los comandos que el usuario configura desde el software controlador Active Home Pro y sus diversas plataformas. Por otro lado el software Active Home Pro permite controlar grupos o individualmente todos los dispositivos X10 del hogar. Manipular la instalación domótica X10 desde la computadora, por medio de Macros y otras instrucciones que el usuario define. La sencilla interfaz grafica de Active Home Pro permite automatizar todas las luces del hogar, programar eventos, además de gestionar los dispositivos de seguridad. Esta práctica trata acerca de cómo utilizar estas herramientas como gestores principales del sistema, aprender a configurarlos y vincularlos con todos los dispositivos instalados.

## **Práctica 9**

### **Elaboración del proyecto de domótica**

#### **Objetivo:**

Esta práctica está dedicada a mencionar los pasos básicos para llevar a cabo exitosamente la domotización de un inmueble. Para esto es importante seguir una metodología clara y detallada que permita controlar y conocer en todo momento lo que se está haciendo y lo que se podría hacer en el futuro. El seguimiento de este procedimiento establece la complejidad de la instalación a realizar. El proyecto domótico puede ser dividido en cuatro fases: preestudio, definición, instalación y entrega.

# REFERENCIAS

1. [Marsal 2008]  
Marsal\_Luis Esteban Pederzani, "Protocolo X10", Teoría y aplicación de la informática II, Asunción, Paraguay, septiembre 2008, págs. 1-27.
2. [Desviat 2009]  
Desviat\_Pablo Cruzado, "Equipo para domótica basado en el estándar X10", Madrid, España, septiembre 2009, págs. 326.
3. [Lozada 2008]  
Lozada\_Diego Armando Díaz, "Sistema domótico utilizando tecnología de corrientes portadoras y el protocolo X10", Lima, Perú, diciembre 2008, págs. 87.
4. [Fuensanta 2008]  
Fuensanta\_Pascual Blanco, "Control a través de Wiimote de aplicaciones domóticas", Cartagena, Colombia, octubre 2008, págs. 188.
5. [Colín, 2012]  
Colín\_Livia Areli Díaz, "Modelo de vivienda domotica", D.F., México, julio 2012, págs. 88.
6. [Madrid, 2012]  
Madrid\_David Guerrero, "Instalación eléctrica y domótica de un edificio de viviendas", Madrid, España, junio 2012, págs. 165.
7. "La domótica como solución de futuro", Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, Madrid, España, 2007, págs. 161
8. [X10, edición 2007]  
Active Home Pro, manual de usuario.  
Págs. 25.
9. [Catálogo Home Systems, Ed. 2007]  
Catálogo domótica X10, guía de productos.  
Págs. 156.
10. [Catálogo Home Systems, Ed. 2010]  
Domótica X10, catálogo de productos.  
Págs. 60.

11. [Catálogo Home Systems, Ed. 2007]  
Manual de mandos X10, guía de usuario.  
Págs. 80.
12. [Catálogo Home Systems, Ed. 2007]  
Manual de instrucciones, guía de módulos.  
Págs. 54.
13. [Martínez, Gómez, Cruz]  
Martínez\_Juan Carlos, Gómez\_Pedro, Cruz\_Jesús,  
“El protocolo X10, más seguro y fiable”, soluciones domóticas,  
Edición N° 19, mayo 2012.
14. <http://www.x10.com.mx>
15. <http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html>
16. <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>
17. [www.marmitek.com](http://www.marmitek.com)
18. <http://www.alhenhaing.com>
19. <http://es.opendomo.org/howto-installation-1>
20. <http://www.domoticausuarios.es/pasos-a-seguir-para-poner-domotica-en-su-hogar>
21. <http://www.xtend.com.ar/queesx10.asp#>
22. <http://www.x10.com>
23. <http://domoticauqs.blogspot.mx/2012/06/tipos-de-sistemas-domoticos.html>
24. <http://www.selgaelectricidad.com/index.php/servicios/domotica>
25. <http://www.domodesk.com/otros-estandares-domotica>
26. <http://www.thehomeautomationstore.com>
27. <http://www.aquihayapuntes.com/x-10.html?limitstart=0>

28. [http://html.rincondelvago.com/domotica\\_4.html](http://html.rincondelvago.com/domotica_4.html)
29. <http://www.monografias.com/trabajos93/domotica-seguridad-vivienda>
30. <http://www.superinventos.com>
31. <http://es.wikipedia.org/wiki/X10>
32. [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)

***Nota: Todas las referencias web fueron consultadas entre noviembre de 2013 y marzo de 2014***