

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Escuela Politécnica Superior

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática



**Automatización mediante equipos EIB de
una cocina adaptada dentro del entorno
del robot asistencial ASIBOT**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Autor:

Julián Rodríguez Fernández

Tutor:

Alberto Jardón Huete

Leganés. Junio de 2010

AGRADECIMIENTOS

Ha llegado a su fin este proyecto de investigación. Hay muchas personas que de una u otra manera me han ayudado material o moralmente a lo largo del desarrollo de este trabajo. Me gustaría dar las gracias a todas ellas, si bien estoy seguro de que me olvidaré de alguien. Espero sepa disculparme.

Quiero recordar y agradecer en estos momentos:

A mi tutor, Alberto Jardón, por su apoyo a este proyecto y por su dedicación a la idea base en la que se encuentra englobado el estudio: la ayuda a las personas discapacitadas y con necesidades especiales. Gracias a las aportaciones tecnológicas de éste y otros ingenieros del departamento de robótica asistencial se prevé un futuro esperanzador que aumentará la calidad de vida de este colectivo, de modo que alcancen una plena integración en la sociedad.

A todos mis amigos. A ellos y a ellas. Tanto a los de fuera de la universidad como a los que han sido mis compañeros de clase todos estos años. Por las épocas de diversión y por las épocas en la biblioteca.

A Álvaro, mi compañero y amigo dentro y fuera de la Universidad. Por los buenos momentos que hemos compartido durante la carrera.

Y por encima de todo, a mi familia, especialmente a mi hermana, a mi madre y a mi padre. Para bien o para mal, lo que soy y cómo soy, se lo debo en gran parte a ellos, a la educación que me han dado con su ejemplo y a la convivencia familiar.

Mis padres, trabajadores, se sacrificaron por la educación de sus hijos. A vosotros y a vuestro trabajo se debe también el mío.

Leganes. 21 de junio de 2010.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	8
ACRÓNIMOS.....	11
OBJETIVOS.....	13
Capítulo 1 ESTADO DEL ARTE.....	16
1.1 El concepto de domótica.....	16
1.2 Evolución histórica.....	19
1.3 Áreas de gestión.....	21
1.4 Funciones y servicios generales.....	22
1.4.1 Gestión de la comodidad.....	23
1.4.2 Gestión de la seguridad.....	26
1.4.3 Gestión de la energía.....	28
1.4.4 Gestión de las comunicaciones.....	29
Capítulo 2 ASPECTOS TECNOLÓGICOS.....	31
2.1 La red doméstica.....	31
2.2 Arquitecturas y medios de transmisión.....	32
2.2.1 Arquitecturas de red.....	32
2.2.2 Protocolos de acceso y comunicación.....	33
2.2.3 Medios de transmisión.....	34
2.3 Periféricos del sistema: sensores y actuadores.....	36
2.4 Sistemas de control.....	38
2.5 Principales tecnologías existentes.....	40
2.5.1. Medios cableados. Principales sistemas domóticos.....	42
2.5.2. Medios inalámbricos. Pasarela Bluetooth.....	44
Capítulo 3 TECNOLOGÍA DOMÓTICA EIB.....	47
3.1 Argumentos del sistema.....	48
3.2 Componentes del sistema.....	50
3.2.1 Bus.....	50
3.2.2 Sensores y actuadores.....	52
3.2.3 Fuente de alimentación y filtro.....	52
3.2.4 Acoplador al bus y módulo o interfaz de aplicación.....	52
3.2.5 Componentes auxiliares del sistema.....	53
3.3 Tecnología del sistema.....	54
3.4 Topología del sistema.....	56
3.4.1 Niveles de conexionado.....	56
3.4.2 Direccionamiento.....	57
3.5 Comunicación y transmisiones.....	58
3.6 Características técnicas del sistema.....	61
Capítulo 4 LEGISLACIÓN, NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN DOMÓTICA.....	63
4.1 El entorno legal.....	63

4.2 El entorno normativo.....	67
4.3 Certificación domótica: recomendación de niveles domóticos	69
Capítulo 5 TIPOS DE DISCAPACIDAD. ENFOQUE DEL PROYECTO	74
5.1 Discapacidad y dependencia	74
5.1.1 Vivienda adaptada para discapacitados	75
5.2 Situación actual.....	76
5.2.1 La discapacidad en la población española.....	76
5.3 Clasificación de las discapacidades.....	78
5.4 Enfoque del proyecto: discapacidades físico-motrices	79
5.4.1 Discapacidades producidas por procesos asociados al envejecimiento	80
5.4.2 Discapacidades producidas por lesiones en la médula espinal	81
Capítulo 6 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA ESPECÍFICA	86
6.1 El entorno legal.....	87
6.2 El entorno normativo.....	88
Capítulo 7 DISPOSITIVOS ADAPTADOS E INTERFACES DE USUARIO	91
7.1 Relación de dispositivos.....	91
7.1.1 Grupo I: Conmutadores	92
7.1.2 Grupo II: Avisos y comunicación.....	94
7.1.3 Grupo III: Acceso multimedia	96
7.2 Selección de dispositivos según el grado de movilidad.....	99
7.2.1 Grados de movilidad.....	99
7.2.2 Cruce de dispositivos	100
7.3 Interfaces de usuario	102
7.3.1 Tipos de interfaces para personas con discapacidad	103
Capítulo 8 VIVIENDA AUTOMATIZADA PARA DISCAPACITADOS.....	107
8.1 Descripción general de la vivienda	108
8.1.1 Estructura física de la vivienda	108
8.1.2 Estructura domótica. Funciones y servicios automatizados.....	111
8.2 Recibidor y pasillo principal.....	113
8.2.1 Estructura física del recibidor	114
8.2.2 Estructura domótica del recibidor	114
8.3 Salón / comedor	115
8.3.1 Estructura física del comedor	115
8.3.2 Estructura domótica del comedor	116
8.4 Cocina	117
8.4.1 Estructura física de la cocina	117
8.4.2 Estructura domótica de la cocina	119
8.5 Dormitorios.....	120
8.5.1 Estructura física de los dormitorios.....	120
8.5.2 Estructura domótica de los dormitorios.....	122
8.6 Baños o aseos	123
8.6.1 Estructura física de los aseos	123
8.6.2 Estructura domótica de los aseos.....	125
8.7 Otros dispositivos integrados en la vivienda	127

8.8 Planos de la vivienda	129
Capítulo 9 ANTECEDENTES. ASIBOT EN UN ENTORNO DOMÓTICO	137
9.1 Robots asistenciales.....	137
9.2 Situación actual.....	138
9.2.1 Entorno robótico: el robot ASIBOT	138
9.2.2 Entorno domótico: sistema EIB	141
9.3 Perspectiva futura: sistema combinado robótico-domótico.....	143
9.3.1 Ventajas y mejoras del nuevo sistema	145
9.4 Caso real	146
Capítulo 10 COCINA ADAPTADA PARA DISCAPACITADOS	149
10.1 Descripción de la cocina	150
10.2 Elementos susceptibles de automatizar	155
10.3 Componentes EIB disponibles	157
10.3.1 Listado de componentes.....	158
10.3.2 Características técnicas de los componentes	159
10.4 Posibilidades de actuación	166
10.4.1 Elementos móviles.....	166
10.4.2 Elementos no móviles.....	167
10.4.3 Electrodomésticos	168
10.4.4 Otras posibilidades del sistema	168
10.4.5 Elementos cuya instalación se prevé en un futuro.....	169
10.5 Posibilidades de actuación futuras	170
10.5.1 Mejoras futuras	170
10.5.2 Componentes necesarios a adquirir	171
10.6 Planos de la cocina.....	171
CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	176
ANEXO: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	180
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	184
BIBLIOGRAFÍA	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 - Principales protocolos domóticos.....	20
Tabla 1. 2 - Principales servicios domóticos	22
Tabla 2. 1 - Características del sistema domótico X-10	43
Tabla 2. 2 - Características del sistema domótico LonWorks	43
Tabla 2. 3 - Características del sistema domótico SimonVis.....	44
Tabla 2. 4 - Características técnicas de la tecnología Bluetooth (Versión 1.2).....	46
Tabla 3. 1 – Características de los diferentes cables BUS.....	50
Tabla 3. 2 - Características técnicas del sistema domótico EIB	62
Tabla 4. 1 - Normativa y reglamentación aplicable a los sistemas domóticos.....	63
Tabla 4. 2 - Características eléctricas del circuito de automatización según el REBT	65
Tabla 4. 3 - Niveles domóticos para la certificación de instalaciones domóticas.....	71
Tabla 5. 1 - Clasificación de las discapacidades	78
Tabla 5. 2 - Niveles de afectación en función del nivel de la lesión	83
Tabla 7. 1 - Cruce de dispositivos frente a limitaciones funcionales.....	101
Tabla 8. 1 - Dimensiones mínimas de las puertas.....	110
Tabla 8. 2 - Leyenda de los planos de la vivienda	129
Tabla 9. 1 - Tareas que puede desempeñar ASIBOT en la cocina.....	141
Tabla 9. 2 - Tareas que pueden ser realizadas por ASIBOT o el sistema EIB en la cocina ..	142
Tabla 9. 3 - Comparativa entre el modelo actual y el proyectado	144
Tabla 10. 1 - Elementos y componentes susceptibles de automatizar	157
Tabla 10. 2 - Listado de componentes EIB disponibles para automatizar la cocina.....	158

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2. 1 - Esquema de una arquitectura de red en anillo	32
Imagen 2. 2 - Esquema de una arquitectura de red en estrella	33
Imagen 2. 3 - Esquema de una arquitectura de red en bus.....	33
Imagen 2. 4 - Estructura de un sistema centralizado	39
Imagen 2. 5 - Estructura de un sistema descentralizado.....	39
Imagen 2. 6 - Estructura de un sistema distribuido.....	40
Imagen 2. 7 - Clasificación de las principales tecnologías de redes domésticas	41
Imagen 2. 8 - Distribución de los principales sistemas domóticos a nivel mundial	42
Imagen 2. 9 - Grado de implantación a nivel mundial de las tecnologías domóticas	42
Imagen 2. 10 - Logotipo de la tecnología Bluetooth	45
Imagen 2. 11 - Representación de las arquitecturas Bluetooth:	45
Imagen 3. 1 - Esquema de una instalación convencional y otra bajo bus EIB	49
Imagen 3. 2 - Representaciones de un cable bus estándar	50
Imagen 3. 3 - Representación esquemática del cable bus YCYM 2x2x0,8.....	51
Imagen 3. 4 - Ejemplos de perfiles DIN normalizados (medidas en milímetros).....	51
Imagen 3. 5 - Acoplador al bus: módulo de transmisión y controlador de enlace al bus	53
Imagen 3. 6 - Acoplador al bus (AB), interfaz de aplicación (IA) y dispositivo final (DF).....	53
Imagen 3. 7 - Esquema de la fuente de alimentación y otros elementos	54
Imagen 3. 8 - Representación gráfica del modo de transmisión	55
Imagen 3. 9 - Esquema de conexión de diversas líneas.....	56
Imagen 3. 10 - Esquema de conexión de diversas áreas	57
Imagen 3. 11 - Niveles en las direcciones de grupo	58
Imagen 3. 12 - Formato de los telegramas.....	59
Imagen 5. 1 - La discapacidad en España.....	76
Imagen 5. 2 - Pirámide de población con discapacidad por sexo y edad	77
Imagen 5. 3 - Procesos de discapacidad propios del envejecimiento	80
Imagen 5. 4 - Esquema de la columna vertebral	82
Imagen 5. 5 - Diferentes niveles de tetraplejía.....	84
Imagen 5. 6 - Diferentes niveles de paraplejía	85
Imagen 7. 1 - Conmutador de varilla “BJ-106”	92
Imagen 7. 2 - Conmutadores circulares “Spec”, “BJ-112” y “JellyBeaner”, “BJ-113”	92
Imagen 7. 3 - Conmutador simple de soplido y doble de soplido y aspiración	93
Imagen 7. 4 - Conmutador doble para lengua, mentón o mejilla “BJ-105”	93
Imagen 7. 5 - Conmutador de pedal “BJ-107”	94
Imagen 7. 6 - Teléfono manos libres adaptado “BJ-302”	94
Imagen 7. 7 - Teléfono con funciones adaptadas y audífono asociado “BJ-351”	94
Imagen 7. 8 - Teléfonos con memorias y teclas extra grandes “BJ-301” y BJ-303”	95
Imagen 7. 9 - Mando a distancia por voz “Sicare Light I”	95
Imagen 7. 10 - Alarma inalámbrica adaptada “BJ-321”	95
Imagen 7. 11- Teclado BigKeys “BJ-820”	96
Imagen 7. 12 - Teclado con cobertor canalizador “BJ-809”	96
Imagen 7. 13 - Teclado abreviado.....	96
Imagen 7. 14 - Ratones tipo Trackball “BJ-844”, “BJ-845” y “BJ-846”	97
Imagen 7. 15 - Ratón tipo joystick “Optima”, “BJ-850”	97
Imagen 7. 16 - Ratón con botones adaptados “BJ-802”	97

Imagen 7. 17 - Ratón controlado con el mentón.....	98
Imagen 7. 18 - Ratón controlado con la boca,.....	98
Imagen 7. 19 - Ratón controlado con la barbilla o mejilla.....	98
Imagen 7. 20 - Ratón controlado con la cabeza “SmartNAV4”, “BJ-863”	99
Imagen 7. 21 - Ejemplo de interfaz basado en agenda electrónica.....	103
Imagen 7. 22 - Ejemplo de mando de control directo.....	104
Imagen 7. 23 - Ejemplo de mando de control secuencial con conmutador simple	104
Imagen 7. 24 - Ejemplo de periférico para una conexión USB al ordenador	105
Imagen 7. 25 - Ejemplos de Tablet PCs.....	105
Imagen 7. 26 - Ejemplos de interfaces basados en <i>Countertop Stations</i>	106
Imagen 7. 27 - Ejemplos de interacción entre usuarios discapacitados y la televisión.....	106
Imagen 8. 1 - Principales necesidades de apoyo de los discapacitados físico-motrices	107
Imagen 8. 2 - Rampa mecánica para salvar las escaleras de entrada.....	109
Imagen 8. 3 - Anchura recomendada de las puertas de la vivienda.....	111
Imagen 8. 4 - Ejemplo de colocación de automatismo para la apertura de puertas	112
Imagen 8. 5 - Ejemplo de colocación de sensores de detección de caídas	113
Imagen 8. 6 - Cierre eléctrico y “transponder”	115
Imagen 8. 7 - Ejemplo de distribución del mobiliario del salón	116
Imagen 8. 8 - Altura mínima de las mesas del salón/comedor	116
Imagen 8. 9 - Mesa regulable en altura	117
Imagen 8. 10 - Espacio libre mínimo en la cocina.....	118
Imagen 8. 11 - Altura del mobiliario de cocina.....	119
Imagen 8. 12 - Ejemplo de nevera domótica con panel táctil	120
Imagen 8. 13 - Dimensiones del dormitorio principal.	121
Imagen 8. 14 - Ejemplo de grúa de transferencia.....	121
Imagen 8. 15 - Representación de una cama motorizada.	122
Imagen 8. 16 - Dimensiones del lavabo	123
Imagen 8. 17 - Ubicación de las barras de ayuda	124
Imagen 8. 18 - Lavabo adaptado	125
Imagen 8. 19 - Grifo automatizado con control remoto de temperatura	126
Imagen 8. 20 - Inodoro-bidé	126
Imagen 8. 21 - Grúa de transferencia y ejemplo de aseo adaptado	127
Imagen 8. 22 - Pasa-páginas estándar. Control del dispositivo utilizando el mentón.....	127
Imagen 8. 23 - Dispositivo eléctrico para autoalimentación “My-Spoon”	128
Imagen 9. 1 - Representación gráfica del robot ASIBOT.....	139
Imagen 9. 2 - Fotografías reales de robot ASIBOT.....	140
Imagen 9. 3 - El robot “MANUS”	146
Imagen 9. 4 - Plataforma de experimentación	147
Imagen 10. 1 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del cajón bajo	150
Imagen 10. 2 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del horno	151
Imagen 10. 3 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del armario alto.....	151
Imagen 10. 4 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura de los cajones de la cajonera .	151
Imagen 10. 5 - Fotografía real de la vitrocerámica.....	152
Imagen 10. 6 - Fotografía real de la campana, destacados los mandos de control	152
Imagen 10. 7 - Fotografía real del fregadero.....	152
Imagen 10. 8 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del armario escurrer platos	153
Imagen 10. 9 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del lavavajillas	153
Imagen 10. 10 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del microondas.....	154

Imagen 10. 11 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura de la nevera.....	154
Imagen 10. 12 - Fotografía real de la encimera. Sobre ésta, el robot ASIBOT	155
Imagen 10. 13 - Detector de humos	159
Imagen 10. 14 - Detector de movimiento	159
Imagen 10. 15 - Módulo de comunicación USB.....	159
Imagen 10. 16 - Acoplador de línea.....	160
Imagen 10. 17 - Módulo de funciones lógicas	160
Imagen 10. 18 - Módulo de comunicación RS 232	160
Imagen 10. 19 - Fuente de alimentación	160
Imagen 10. 20 - Acoplador de BUS	161
Imagen 10. 21- Módulo sensor estándar.....	161
Imagen 10. 22 - Mecanismo de control de persianas.....	161
Imagen 10. 23 - Regulador para cable de lámparas	161
Imagen 10. 24 - Mando a distancia vía radio.....	162
Imagen 10. 25 - Actuador vía radio	162
Imagen 10. 26 - Emisor universal vía radio, 2 canales.....	162
Imagen 10. 27 - Regulador universal vía radio	162
Imagen 10. 28 - Multisensor vía radio	163
Imagen 10. 29 - Teclado de superficie vía radio	163
Imagen 10. 30 - Tecla para control de persianas.....	163
Imagen 10. 31 - Actuador 8 salidas.....	163
Imagen 10. 32 - Entrada analógica de 4 canales	164
Imagen 10. 33 - Interface KNX EIB - Bluetooth.....	164
Imagen 10. 34 - Central IP	164
Imagen 10. 35 - Pantalla táctil KNX.....	164
Imagen 10. 36 - Teclado universal de 4 fases	165
Imagen 10. 37 - Terminales de conexión.....	165
Imagen 10. 38 - Tecla interruptor conmutador, cruce y pulsador	165
Imagen 10. 39 - Mecanismo pulsador unipolar	165
Imagen 10. 40 - Marco para montaje vertical y horizontal	165
Imagen 10. 41 - Marco para montaje horizontal y vertical	165
Imagen 10. 42 - Caja de empotrar para pantalla táctil KNX	165
Imagen 10. 43 - Marco embellecedor para pantalla táctil KNX.....	165
Imagen 10. 44 - Cable BUS J-Y(St)Yh 2x2x0,8	166
Imagen 10. 45 - Esquema de interconexión de la PDA y las interfaces KNX	168

ACRÓNIMOS

<i>AA</i>	Acopladores de Área
<i>AB</i>	Acoplador al Bus
<i>ADSL</i>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<i>AENOR</i>	Asociación Española de Normalización y Certificación
<i>AL</i>	Acoplador de Línea
<i>BACS</i>	Building Automation and Control Systems
<i>BCC</i>	Bus Controller Connection
<i>BCU</i>	Bus Coupler Unity
<i>BT</i>	Baja Tensión
<i>CD</i>	Compact Disc
<i>CDPD</i>	Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad
<i>CE</i>	Conformidad Europea
<i>CEAPAT</i>	Centro de referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas
<i>CEB</i>	Controlador de Enlace al Bus
<i>CEN</i>	Comité Europeo de Normalización
<i>CENELEC</i>	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
<i>CMP</i>	Componente del bus
<i>CPU</i>	Central Processing Unit
<i>CR</i>	Contador de Ruta
<i>CSIC</i>	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<i>CSMA/CA</i>	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
<i>CTE</i>	Código Técnico de la Edificación
<i>CTN</i>	Comités Técnicos de Normalización
<i>DALCO</i>	Deambulación, Aprehensión, Localización y Comunicación
<i>DF</i>	Dispositivo Final
<i>DIN</i>	Deutsches Institut für Normung
<i>DS</i>	Docking Station
<i>DVD</i>	Digital Video Disc
<i>EEPROM</i>	Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory
<i>EIB</i>	European Installation Bus
<i>EIBA</i>	European Installation Bus Association
<i>EIS</i>	EIB Interworking Standard
<i>EMV</i>	Electromagnetic Viability
<i>ETSI</i>	European Telecommunication Standards Institute
<i>HBES</i>	Home and Building Electronic Systems
<i>IA</i>	Interfaz de Aplicación
<i>ICF</i>	International Classification of Functioning

<i>ICM</i>	Industrial, Científico y Médico
<i>ICP</i>	Interruptor de Control de Potencia
<i>ICT</i>	Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones
<i>IEC</i>	International Electrotechnical Commission
<i>INE</i>	Instituto Nacional de Estadística
<i>IP</i>	Internet Protocol
<i>IR</i>	Infrarrojo
<i>IRDA</i>	Infrared Data Association
<i>ISO</i>	International Organization for Standardization
<i>ITC</i>	Instrucción Técnica Complementaria
<i>ITU</i>	International Telecommunications Union
<i>I+D+I</i>	Investigación, Desarrollo e Innovación
<i>KNX</i>	Konnex Association
<i>MMS</i>	Multimedia Messaging System
<i>MPEG</i>	Moving Pictures Experts Group
<i>MT</i>	Módulo de Transmisión
<i>OMS</i>	Organización Mundial de la Salud
<i>OSI</i>	Open Systems Interconnection
<i>PC</i>	Personal Computer
<i>PDA</i>	Personal Digital Assistant
<i>PL</i>	Power Line
<i>RAM</i>	Random-Access Memory
<i>RDSI</i>	Red Digital de Servicios Integrados
<i>REBT</i>	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
<i>RF</i>	Radiofrecuencia
<i>ROM</i>	Read Only Memory
<i>RS</i>	Recommended Standard
<i>SELV</i>	Safety Extra Low Voltage
<i>SMS</i>	Short Message Service
<i>SOA</i>	Security Operation Area
<i>TIC</i>	Tecnologías de la Información y Comunicación
<i>TP</i>	Twisted Par
<i>TRC</i>	Transmission Component
<i>UC</i>	Unidad Central
<i>UNE</i>	Unificación de Normativas Españolas
<i>USB</i>	Universal Serial Bus
V_{CA}	Voltaje en Corriente Alterna
V_{CC}	Voltaje en Corriente Continua
<i>WPAN</i>	Wireless Personal Area Network

OBJETIVOS

El presente proyecto realiza una revisión de los conceptos teóricos y aplicaciones más recientes del campo de la domótica y automatización de viviendas y edificios al entorno doméstico de personas con necesidades especiales. Este tipo de usuarios presentan limitaciones funcionales que les impiden interactuar con el entorno con normalidad, viéndose necesitados de ayudas técnicas. El objetivo del proyecto, será por tanto, el estudio de las posibilidades que las tecnologías domóticas pueden facilitar a este tipo de usuarios y la viabilidad de su implementación.

El proyecto se estructura en tres bloques:

Bloque I: El concepto de domótica

Previo al desarrollo de los conceptos principales y aplicaciones de las tecnologías domóticas adaptadas a personas con necesidades especiales, es preciso centrarse en el antecedente: la domótica desde un punto de vista general.

Este bloque tiene por objetivo servir de herramienta introductoria al mundo de la domótica y sus aplicaciones más importantes y más recientes. Se estudiará, por tanto, qué es la domótica, analizando su evolución desde un punto de vista teórico y realizando un análisis en profundidad desde un punto de vista más práctico y funcional.

Se presenta un estudio formal acerca de los sistemas domóticos presentes en el mercado a nivel internacional, haciendo especial hincapié en el sistema domótico sobre el que se trabajará en apartados posteriores del proyecto, el sistema europeo *EIB*.

Para asegurar la correcta implementación de esta u otras tecnologías domóticas, serán detallados los campos normativo y legislativo que regulan sistemas de automatización de viviendas y edificios.

Bloque II: Domótica aplicada: Vivienda adaptada para discapacitados

Complementando la línea de desarrollo del análisis domótico desde un punto de vista general, en este bloque se estudiarán sus posibles usos y aplicaciones en el contexto particular de las personas con algún tipo de discapacidad.

Se revisarán los tipos de discapacidad más importantes presentes en la sociedad actual, centrandó dicho estudio en las personas con limitaciones del sistema locomotor.

Una vez especificado el ámbito de aplicación del análisis, debe realizarse el cruce de tecnologías presentes en el mercado actual con respecto al tipo de limitación funcional respectiva, buscando las soluciones óptimas en cada caso.

Partiendo de estas tecnologías (basadas en dispositivos domóticos del sistema EIB), se realiza un estudio de las posibles implantaciones en una vivienda, de manera que sean capaces de cubrir las necesidades básicas de cada usuario en el entorno doméstico según el grado de discapacidad que posean.

La vivienda debe estar totalmente automatizada, dotando a las personas afectadas de una mayor autonomía a la hora de desarrollar su vida cotidiana.

Bloque III: Caso práctico:**Cocina adaptada para discapacitados en el entorno del robot ASIBOT**

Tras el desarrollo genérico de implementación en una vivienda de los sistemas de automatización desarrollados a lo largo del proyecto, se llevará a cabo un caso práctico: *la adaptación de una cocina para discapacitados mediante el uso del sistema domótico EIB, en el entorno del robot ASIBOT.*

Se analizan todos los elementos susceptibles de automatizar para facilitar el uso de las instalaciones a los usuarios discapacitados, considerando los componentes más adecuados en cada caso y planteando las propuestas de actuación que se consideren más efectivas.

Los dispositivos y soluciones domóticas no deben estar pensadas para actuar de manera autónoma, si no que deben cumplir el objetivo de servir como complemento tecnológico para el robot de asistencia personal ASIBOT, estando los sistemas robótico y domótico perfectamente integrados, pudiendo realizar tareas conjuntamente de la manera que se alcance la solución más eficiente para cada usuario.

Bloque I

EL CONCEPTO DE DOMÓTICA

Capítulo 1

ESTADO DEL ARTE

Este capítulo pretende servir de herramienta introductoria a los conceptos y elementos básicos referentes al mundo de la domótica y automatización de edificios y viviendas. Por este motivo, se abordarán aquellos conceptos que acerquen al lector a un concepto de espacio habitado dotado de todos aquellos servicios que ayuden a disponer de un entorno comfortable, comunicado, seguro y donde se encuentren optimizados los flujos energéticos.

En lo referente al término “domótica”, son diversas las definiciones que se han propuesto para definir esta tecnología, no siendo ninguna completamente definitiva o ajustada a la normativa. A continuación se recogen tres de estas definiciones desde diversos puntos de vista, para intentar acercar este concepto al lector de la manera más esclarecedora posible:

Desde un punto de vista etimológico, puede afirmarse que el término domótica procede de la palabra francesa “*domotique*” (“*domus*” + “*robotique*”), cuyo significado literal es *robotización de la vivienda* [01]. Este concepto nos ofrece una idea muy básica del significado de este campo de trabajo.

Desde un punto de vista de usuario, se denomina vivienda domótica a aquella que permite una mayor calidad de vida a través de la tecnología, ofreciendo una reducción del trabajo doméstico, un aumento de la comodidad, la seguridad y una racionalización de los distintos consumos [01].

Desde un punto de vista tecnológico, la vivienda domótica será aquella en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse entre ellos a través de un sistema técnico [02].

Simplificando los conceptos, la conclusión que debe obtenerse es que la domótica y las tecnologías que integra pretenden conseguir que el ser humano pueda gozar de una mayor calidad de vida, facilitando todas aquellas tareas que se ve obligado a realizar mediante la implantación de los distintos sistemas técnicos.

El diseño de estos sistemas técnicos aplicados a la automatización de viviendas requiere, por tanto, una serie de características técnicas propias y otras orientadas a los usuarios, tales como la sencillez de uso, la interactividad y la fiabilidad. La interfaz entre el usuario y el sistema debe ser de fácil configuración, orientando su utilización a lograr la máxima sencillez de manejo. El gobierno de estos sistemas estará implementado de forma “inteligente”, y sus respuestas deberán ser rápidas y eficaces.

1.1 El concepto de domótica

Como ya se ha definido, el concepto de domótica está fundamentado en la automatización de una vivienda, sea cual sea su grado y las tecnologías empleadas. La automatización de

edificios no destinados a viviendas, ya sean oficinas, comercios o grandes industrias, se denomina inmótica.

La domótica intenta dar significado al conjunto de soluciones que mediante el uso de las técnicas y tecnologías disponibles logra una mejor utilización, gestión y control de todos los aspectos relacionados con el hogar (comodidad, ahorro en el consumo de energía, mejora de la seguridad, sistemas multimedia, informática, comunicaciones, etc.).

La domótica, por tanto, abarca cuatro grandes áreas de gestión:

- ✓ Comodidad.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Gestión de la energía.
- ✓ Comunicaciones.

Cada una de estas áreas de gestión por separado, o la combinación de varias de ellas, proporcionarán al usuario de las instalaciones automatizadas una serie de beneficios, tales como: mejora de la calidad de vida, incremento de la comodidad, mejora de la seguridad a nivel personal y patrimonial, comunicación interactiva con el entorno, ahorro energético y económico, prestigio social, etc.

Sin embargo, los beneficios de las instalaciones domotizadas no se limitan sólo al usuario de éstas. Los promotores de viviendas de este tipo, así como los propios instaladores, ven potenciadas sus construcciones en el entorno del mercado, ampliando sus posibilidades de negocio y reduciendo los plazos en las ventas. Actualmente, las instalaciones automatizadas mediante sistemas domóticos, poseen unos plazos de venta un 15% inferiores con respecto a las viviendas tradicionales [02].

La implantación de sistemas de automatización en edificios depende del destino que se les quiera dar a éstos. Hasta la fecha se puede afirmar que aproximadamente un 75% de las aplicaciones domóticas se realizan en edificios de oficinas, un 15% en hospitales y un 10% en comercios y viviendas.

En relación con los costes de automatización de las viviendas, cabe indicar que el incremento de precio de una vivienda automatizada con respecto a una vivienda no automatizada se estima entre un 3% y un 5% del precio total de ésta [03].

Beneficios de la domótica:

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, refrigeración, iluminación, etc.) mediante un sistema de gestión técnica inteligente, con el objetivo de permitir una mejor calidad de vida al usuario de dicha vivienda. Algunas de las funciones y aplicaciones más destacables que abarcan los sistemas domóticos son las siguientes:

Automatización y control: abrir, cerrar, apagar, encender, regular dispositivos y actividades domésticas (iluminación, climatización, persianas, toldos, puertas, ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, gas, electricidad, etc.).

Ocio y tiempo libre: radio, televisión, cine en casa, videojuegos, captura, tratamiento y distribución de imágenes fijas (foto) y dinámicas (vídeo) y de sonido (música) dentro y fuera de la casa, a través de internet u otros dispositivos electrónicos.

Compras y finanzas: gestión del dinero y las cuentas bancarias mediante la telebanca, consultoría financiera, compra y venta electrónica remota.

Comunicaciones: transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN) compartiendo acceso a Internet, recursos e intercambio entre todos los dispositivos, acceso a nuevos servicios de telefonía sobre IP, televisión digital, televisión por cable, diagnóstico remoto y videoconferencias.

Aprendizaje y actividad profesional: trabajar total o parcialmente desde el hogar y posibilidad de cursar estudios mediante la tele-enseñanza y cursos a distancia.

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

Ciudadanía: gestiones múltiples con la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma o el Municipio, así como la posibilidad de optar al voto electrónico.

Salud: actuar en la sanidad mediante teleasistencia, consultoría sobre alimentación y dieta, telecontrol y alarmas de salud, medicina monitorizada y cuidado médico.

Seguridad: vigilancia automática de personas, bienes, e incidencias y averías, alarmas de intrusión y cámaras de vigilancia, alarmas personales, alarmas técnicas de incendio, humo, agua, gas, y actuación ante el fallo de suministro eléctrico.

Mantenimiento: ciertos sistemas domóticos también poseen la capacidad de incorporar el telemantenimiento de los equipos.

Gestiones culturales: búsqueda y procesamiento de todo tipo de información como museos, bibliotecas, libros, periódicos, información meteorológica, jurídica y fiscal.

Las funciones y aplicaciones que nos ofrecen los sistemas domóticos abarcan todas las posibles ideas que la creatividad y la innovación puedan aportar. Lo indicado en este apartado, por tanto, es sólo una muestra del actual estado de conocimiento y progreso de las aplicaciones domóticas existentes.

1.2 Evolución histórica

La introducción de las nuevas tecnologías en los hogares ha seguido durante mucho tiempo un patrón cuya base era la de aumentar las prestaciones de los equipos domésticos individualmente, sin considerar otras mejoras, como la posibilidad de comunicación con otros dispositivos de la vivienda.

Por este motivo, gran parte de los productos tecnológicos que se desarrollan para su uso en los hogares son independientes unos de otros, funcionando de forma autónoma sin necesidad de comunicarse con otros dispositivos.

A raíz del gran avance tecnológico que se produjo en la segunda mitad del siglo pasado en la industria electrónica, fue introduciéndose lentamente un cierto grado de automatización en los sistemas eléctricos, que derivó en una automatización fraccionada de distintos servicios y sistemas propios de algunos edificios.

Puede establecerse en los años 70, como consecuencia del progreso paralelo de tres grandes áreas de la tecnología (telecomunicaciones, informática y electrónica), el inicio del desarrollo de la domótica como tal, ya que la confluencia de estas tres ramas hizo posible que se diseñasen y aplicasen sistemas técnicos capaces de transformar la *automatización fraccionada* en *automatización integral*. Fue por tanto en esta etapa, cuando se originaron las primeras experiencias piloto en este campo.

Posteriormente, en los años 80 y 90, se abren nuevas vías de negocio y se comienzan a formar los primeros técnicos en domótica. La actividad comercial en este sector crece de manera muy rápida, pero se estanca rápidamente por la divergencia entre las necesidades de los usuarios y las ofertas presentes en el mercado, así como por el alto coste derivado de ciertas dificultades tecnológicas que no se pudieron solventar hasta pasados varios años.

Es en los años 90, cuando empiezan a surgir las primeras empresas especializadas en la creación, distribución y venta de productos y servicios domóticos.

Desde principios de este siglo hasta la actualidad, el mercado de las tecnologías de automatización de la vivienda ha experimentado un crecimiento casi exponencial en cuanto a su desarrollo, no siendo tan abrumador el crecimiento en relación con la implantación de estas aplicaciones en viviendas o edificios, aunque sí destacable. Este desarrollo ha sido posible gracias a una combinación de varios factores favorables, tales como:

- Nacimiento de un mercado consolidado.
- Convergencia tecnológica.
- Reducción de los costes de implantación de los sistemas.
- Creación de gran número de empresas, asociaciones sectoriales, casas piloto, etc.
- Avances en la formación de los agentes del sector (asignaturas y másteres específicos).
- Realización de acciones de promoción y divulgación (conferencias, seminarios, etc.).
- Diseño de la oferta en función de los criterios y necesidades de los usuarios.
- Avances en la normalización y normativa: EN 50090, ITC-BT-51 del REBT 2002, etc.

Las soluciones tecnológicas que en la actualidad se distribuyen en el mercado son diversas. A continuación, en la Tabla 1.1, se especifican las más importantes en función del protocolo de comunicaciones utilizado:

Protocolo de comunicaciones	Consideraciones
EHS	Promovido y financiado por la U.E.
Batibus	Financiado por Francia
EIBus (EIB)	Iniciado por Alemania
LonWorks	Originario de Estados Unidos
X-10	Originario de Estados Unidos
HBS	Impuesto por el gobierno de Japón

Tabla 1. 1 - Principales protocolos domóticos

Evolución histórica de la domótica en España:

Los orígenes de la domótica en España se pueden establecer en torno a 1990, año en el que se comienzan a producir las primeras iniciativas en este campo.

Los primeros sistemas creados eran poco integrados y cubrían únicamente las áreas de gestión de la comodidad y la seguridad, estando poco desarrollados en los aspectos de gestión de la energía y las comunicaciones.

Aquel primer mercado domótico, presentaba unas características poco atractivas para los usuarios, como la dificultad a la hora de instalar o diseñar las distintas aplicaciones, el temor a la falta de seguridad y/o libertad en la vivienda y fundamentalmente, el alto coste de los productos. Con el paso de los años, se fueron desarrollando y mejorando los sistemas y aplicaciones domóticas de modo que el mercado se hacía cada vez más estable y atractivo, favoreciendo al aumento de las inversiones para el desarrollo y la formación en esta tecnología.

Actualmente, las instalaciones automatizadas en las viviendas y edificios adquieren cada vez más importancia, constituyendo una parte importante en el valor añadido a las construcciones. Se han realizado importantes avances en la normalización y homologación de los productos, las empresas del sector eléctrico desarrollan nuevos y mejores productos que mejoran la eficiencia de los sistemas, se han creado organismos encaminados al desarrollo de la domótica (CEDOM), se convocan con gran frecuencia certámenes y exposiciones relacionados con este ámbito tecnológico, etc.

Asimismo, cabe destacar, que la financiación por parte de la Comunidad Económica Europea, de proyectos de I+D+I, ha sido un factor de desarrollo muy importante.

El mercado español cuenta ahora con algo más de veinticinco sistemas domóticos y un amplio número de productos con prestaciones cada vez más atractivas para todo tipo de usuarios en función de sus necesidades.

Puede estimarse de manera aproximada, que en la actualidad la implantación de sistemas de automatización se realiza en un 65% en las viviendas de nueva construcción y en un 35 % en las viviendas ya existentes [02].

1.3 Áreas de gestión

Para poder entender cuáles son las múltiples posibilidades que ofrece la domótica, a continuación se detallan los principales servicios y áreas de gestión que forman parte de una vivienda automatizada.

Las numerosas áreas de servicios que se desean cubrir en este tipo de instalaciones pueden clasificarse en cuatro grandes grupos:

- Área de gestión de la comodidad.
- Área de gestión de la seguridad.
- Área de gestión de las comunicaciones.
- Área de gestión de la energía.

Es destacable el hecho de que numerosos servicios proporcionados por los sistemas domóticos pueden estar incluidos en más de un área de gestión, ya que las fronteras entre ellas, son en muchos casos, muy difusas.

De las cuatro áreas antes mencionadas, las de mayor importancia e implantación son las relativas a la comodidad y la seguridad, puesto que en el pasado, fue en ellas donde se empezaron a desarrollar más servicios. En cuanto a las áreas de las comunicaciones y gestión de la energía, a pesar de que poseen menor volumen de implantación en las viviendas, están experimentando un crecimiento exponencial, debido a la importancia creciente que se está desarrollando en estos dos ámbitos en la actualidad motivada por factores tan relevantes como la elevación de los costes energéticos, la concienciación por el ahorro de energía y el desarrollo de las comunicaciones inalámbricas y la informática.

Cualquiera de los servicios que la automatización de viviendas y edificios pueden prestar a la sociedad son muy numerosos y en cualquier caso, representan siempre un aumento de la calidad de vida y un importante ahorro económico a largo plazo.

Las aplicaciones domóticas dentro de cada área de gestión, pueden ser muy diferentes en función del perfil del usuario al que vayan dirigidas, e incluso en función del escenario de implantación. El dimensionado de un servicio dentro de un área de gestión dependerá, por tanto, del ámbito de aplicación, de las exigencias de los usuarios, y por supuesto, de su incidencia en el coste final de la vivienda.

A continuación se muestran en la Tabla 1.2 algunos de los servicios básicos que pueden encontrarse dentro de cada una de las cuatro áreas de gestión antes mencionadas, sin

profundizar en ellos, siendo descritos con más detalle en el apartado posterior de este capítulo:

Área de gestión de la comodidad
Regulación de la iluminación
Regulación de la temperatura
Control de automatismos (persianas, toldos, etc.)
Elementos auxiliares aplicados (mandos a distancia, sistema de riego, etc.)
Accionamiento de cargas
Área de gestión de la seguridad
Desconexión selectiva de cargas eléctricas
Alarmas técnicas (agua, gas, etc.) y alarma de incendio
Alarmas de robo e intrusión
Control de acceso y apertura de puertas
Simulación de presencia
Corte del suministro ante detección de fugas de agua, gas, etc.
Área de gestión de las comunicaciones
Sistemas de megafonía interior
Hilo musical
Envío de avisos a teléfonos predeterminados
Sistemas de intercomunicación y telefonía
Control remoto de equipos e instalaciones
Teleasistencia
Área de gestión de la energía
Control selectivo de cargas
Implantación de tarifas especiales
Aprovechamiento óptimo de la luz exterior
Control de consumo

Tabla 1. 2 - Principales servicios domóticos

1.4 Funciones y servicios generales

Una vivienda o edificio debidamente automatizado, proporciona al usuario una serie de funciones y servicios de los que puede beneficiarse y disfrutar. Se entiende como *función* una acción que se puede implementar con un determinado equipo o sistema y como *servicio* el acceso, mantenimiento o gestión de la función.

A la hora de planificar un proyecto domótico, son varios los criterios que limitan y definen a éste, los más destacables son:

Tipología de la vivienda. El tipo de instalación dependerá de si el proyecto se basa un piso o vivienda unifamiliar, una vivienda de nueva construcción o ya construida, etc.

Presupuesto económico. Los costes y la complejidad del manejo y mantenimiento deben adaptarse al tipo de cliente que residirá en la vivienda, para no incrementar excesivamente el presupuesto.

Funcionalidades y servicios seleccionados por el usuario. Dependiendo del usuario final, se planificará consecuentemente hasta dónde se puede o debe llegar en funcionalidades a implementar.

A continuación, y basándose en este criterio, se realizará una selección de aplicaciones adaptadas a la mayoría de la población. Ésta misma selección se realizará en el siguiente bloque temático atendiendo específicamente a las necesidades de las personas con algún tipo de limitación funcional o discapacidad, cumpliendo así con los objetivos del proyecto.

Se ofrecen pues, una serie de funciones y servicios generales y aplicables a cualquier vivienda independientemente del tipo de usuario, para completarlo en apartados posteriores (véase capítulo 8) con otras aplicaciones domóticas diseñadas específicamente para personas discapacitadas.

Es importante destacar el hecho de que el desarrollo de este tipo de tecnología avanza con rapidez, obligando a diseñar un capítulo abierto. La clasificación de las áreas de gestión técnica de una vivienda es, en consecuencia, muy generalizada y en ella caben las aplicaciones domóticas más destacadas y comúnmente instaladas.

Las aplicaciones, funciones y servicios de cada una de las cuatro áreas de gestión tienen como objetivo fundamental ofrecer al usuario, sea cuál sea éste, una mejora de su calidad de vida, así como una racionalización de la energía consumida en el hogar. Seguidamente se describen los principales ejemplos de aplicaciones domóticas en viviendas dentro de cada área de gestión.

1.4.1 Gestión de la comodidad

Las aplicaciones incluidas en este área funcional tienen una finalidad definida basada en la simplificación de algunas tareas del hogar, mejorando las posibilidades de control y creando nuevos hábitos o modelos de utilización, incrementándose de este modo la comodidad y la calidad de vida del usuario.

- Regulación y control de la iluminación
Existen numerosas posibilidades de control y gestión de la iluminación de una vivienda. A continuación se describen las aplicaciones más comunes en este ámbito:
 - Automatización de la iluminación
La forma de encender y apagar algunas luminarias de la vivienda puede automatizarse, bajo diversas posibilidades de control, en función de las necesidades de los usuarios. Opciones de control como la regulación de la intensidad luminosa en una estancia o el encendido y apagado de un número determinado de luces en función de su localización reportan al usuario un incremento de la comodidad.
 - Adecuación lumínica a la luminosidad ambiente
La iluminación de una estancia puede ser regulada en función del nivel de luminosidad ambiente, evitando su encendido innecesario o adaptándola a las

necesidades del usuario. La activación o desactivación de las luminarias se realizará cuando el nivel de luminosidad sobrepase un determinado umbral. Dicho umbral puede ser predeterminado por el dispositivo o ajustado por parte del usuario. Al tener disponible esta opción de control, se garantiza un incremento de la comodidad visual del usuario y un ahorro energético destacable en caso de tener encendida la iluminación de una estancia por olvido.

- Adecuación lumínica a la presencia de usuarios

La iluminación de una estancia o zona común puede ser controlada en función de la presencia o ausencia de usuarios en ésta. La activación de las luminarias se efectuará cuando el sensor de presencia asociado detecte usuarios en la zona.

Los sistemas de adecuación lumínica por luminosidad ambiente y por presencia de usuarios pueden combinarse en determinadas zonas de la vivienda, activándose en este caso la iluminación cuando el nivel de luminosidad exterior sobrepasa un determinado umbral y siempre que la estancia esté ocupada.

- Apagado de todas las luces de la vivienda

El circuito de iluminación puede estar controlado a través de un pulsador cercano a la puerta de entrada y salida de la vivienda. La actuación sobre este pulsador produce el corte del suministro eléctrico a este circuito, provocando el apagado de las distintas luminarias asociadas. El actuador no tendrá efecto sobre las luminarias conectadas a otros circuitos eléctricos de la vivienda, pudiendo disponerse de varios pulsadores asociados a diversas zonas, según las preferencias del usuario, obteniendo como resultado un sistema muy versátil. Con esta aplicación se incrementa la comodidad del usuario, pues se asegura que la iluminación de la vivienda está apagada al salir de ésta, asegurándose un ahorro energético en caso de dejarse por olvido alguna estancia iluminada.

- Control inalámbrico de luces

El control de la iluminación de una o varias estancias puede realizarse a través de un mando a distancia u otro dispositivo inalámbrico, independientemente de otros interruptores manuales. Un mismo mando a distancia puede controlar distintas luminarias.

El dispositivo puede asimismo disponer de la función “dimmer”, es decir, la posibilidad de regular el nivel de luminosidad de la luminaria.

- Conexión y desconexión temporizada de luces

El encendido o apagado de una luminaria puede temporizarse a voluntad del usuario, permitiendo su actuación al cabo de determinado tiempo. Su uso puede ser variado, en función de las necesidades del individuo.

El beneficio obtenido de esta aplicación es el incremento de las posibilidades de uso de la iluminación de la vivienda.

Es preciso indicar que el sistema domótico garantiza siempre la posibilidad de encender y apagar la iluminación de forma tradicional, es decir, de forma voluntaria y manual por parte del usuario en cualquier momento, anulándose los parámetros lumínicos predefinidos.

▪ Escenarios

Una de las aplicaciones más conocidas de la domótica es la creación de escenarios. Los escenarios son muy útiles para aumentar la comodidad, ahorrar tiempo y aumentar la seguridad en el hogar.

Se puede crear un número de escenarios o “modos de vida” que permitan cambiar las características de la casa con la pulsación de un interruptor, pulsación de pantalla táctil, envío de SMS o de voz, etc. Los escenarios más comunes son:

- *Modo noche*: Apaga todas las luces de la casa, dejando las de los pasillos al 25% y encendidas las del jardín. Baja las persianas y desciende la temperatura a 16°C.
- *Modo mañana*: Se encienden las luces de la escalera y la cocina, se suben las persianas predefinidas, apaga las luces del jardín y activa otras funciones (encendido de la cafetera, por ejemplo). Si se desea puede haberse configurado para aumentar la temperatura de la casa a 22°C unas horas antes de despertarse.
- *Modo cena*: Apaga la luces de los pasillos, encendiendo las del comedor al 80% y la cocina al 40%. Puede activar opcionalmente algún tipo de música ambiental seleccionada previamente, así como el televisor u otro aparato multimedia.
- *Modo fuera de casa*: Cierra todos los accesos al hogar, controlando que todas las ventanas y puertas permanezcan cerradas. Baja las persianas, apaga todas las luces y baja la temperatura del hogar a 16°C, para volver a elevarla cuando se tenga previsto el regreso.
- *Modo multimedia*: Enciende los aparatos multimedia seleccionados previamente, baja las persianas y apaga las luces de la habitación deseada, dejando una iluminación ambiental al 25%.

Los escenarios aquí citados son los más comunes, y muchos de ellos ya vienen preconfigurados en el sistema domótico. No obstante, el usuario puede crear tantos escenarios como desee en función de sus gustos y necesidades específicas.

▪ Control de automatismos

Las aplicaciones incluidas dentro de este grupo son numerosas, pudiendo incluirse cualquier interacción con el entorno de la vivienda por medio de mandos a distancia, temporizadores o unidades activadas mediante comandos de voz.

- Control de entorno mediante dispositivo inalámbrico

Mediante un mando a distancia o cualquier otro dispositivo inalámbrico similar, es posible controlar cualquier equipo o instalación de la vivienda requerido por el usuario. Algunos ejemplos muy comunes de este tipo de aplicación son el control de la puerta del garaje, los accionamientos automáticos de persianas y toldos, la puesta en marcha de electrodomésticos y aparatos multimedia, etc.

Para este tipo de aplicación puede optarse por utilizar varios mandos a distancia específicos para cada aparato o un número reducido de mandos de uso más universal. Los beneficios reportados de utilizar este tipo de tecnología otorgan comodidad al usuario en el uso de las distintas acciones habituales del hogar.

- Control remoto de entorno

Existe la posibilidad de poner en marcha y detener cualquier equipo o instalación de la vivienda desde un medio de comunicación exterior a ésta, como puede ser un teléfono fijo mediante tonos, un teléfono móvil mediante SMS, una PDA o internet. Mediante este sistema y desde un lugar remoto, puede controlarse, por

ejemplo, el encendido del sistema de seguridad del hogar, la activación de cualquier electrodoméstico o sistema de climatización antes de la llegada del usuario, la cancelación del riego automático en previsión de hacer algún tipo de tarea en el jardín, etc. El incremento de las posibilidades de control de los equipos e instalaciones domésticas mejora las prestaciones del sistema domótico. La utilidad de estos dispositivos depende en su totalidad de los hábitos del usuario, existiendo una gran diversidad de posibilidades a la hora de controlar remotamente los dispositivos de la vivienda.

- Automatización de otros sistemas e instalaciones

Es posible automatizar la puesta en marcha y paro de diversos elementos y equipos del hogar en función de diversos parámetros. Ejemplos típicos de esta aplicación pueden ser el paro del sistema de riego automático en caso de detección de lluvia o el enrollamiento de los toldos en función del viento de fuerte intensidad, entre muchos otros. Optimizando los equipos e instalaciones domésticas, se repercute en gran medida en la comodidad del usuario, dotando además a la vivienda de mayores prestaciones, seguridad e incluso un notable ahorro económico.

1.4.2 Gestión de la seguridad

Los sistemas de seguridad en una vivienda pueden realizar diversos servicios y funciones, entre los que se pueden destacar los que se citarán a continuación. Los principales elementos de los que consta un sistema de seguridad son sensores, sistemas de control y gestión, elementos de aviso y elementos de señalización, a los cuales pueden añadirse adicionalmente sistemas de videovigilancia remota como apoyo. Los servicios y funciones más comunes de un sistema de seguridad domótico son los siguientes:

- Sistema de seguridad de intrusión y antirrobo

Este tipo de sistemas pueden ser perimetrales o estar ubicados en el interior de la vivienda. En ambos casos, las posibilidades de configuración son dos: la conexión del sistema a una central receptora de alarmas o la conexión a un sistema de seguridad personal.

En la primera configuración, el equipo y los dispositivos deben ser instalados por una empresa homologada por el Ministerio del Interior para tal fin, la cual emitirá un boletín técnico de la instalación. Deben cumplirse una serie de requisitos técnicos y legales acordes con la legislación.

Si se opta por un sistema de seguridad personal, éste podrá ser instalado en la vivienda estando o no homologado, y será configurado de tal manera que avise directamente al usuario de la misma al detectar una anomalía. El usuario gestiona qué hacer en caso de que se produzca un evento en la vivienda según sus preferencias, pudiendo instalar cualquier tipo de sistema de seguridad siempre y cuando no utilice sirenas exteriores que perjudiquen a sus vecinos.

Los elementos y aplicaciones más comunes que forman parte de estos sistemas se exponen a continuación:

- *Sistema antirrobo por detección de intrusión*: Compuesto por detectores de presencia, de movimiento y/o detectores de rotura de cristales.

- *Sistema de simulación de presencia*: Mediante el encendido y apagado aleatorio de luces, televisión, etc. y/o la subida y baja de persianas como elemento disuasorio de robo.
- *Control de accesos*: Compuesto por sensores de contacto magnéticos y/o barreras infrarrojas instaladas en puertas y ventanas.

En caso de que el propietario de la vivienda posea mascotas, se deben instalar sensores de movimiento “inmunes a mascotas” con objeto de evitar falsas alarmas en caso de que se dejen a éstas en la vivienda mientras los usuarios se encuentran fuera.

▪ Alarmas técnicas

En una vivienda pueden producirse posibles errores en la instalación o un mal uso involuntario de los sistemas técnicos. Las alarmas técnicas dan el aviso de todo tipo de anomalías en las instalaciones de la vivienda. Éstas pueden ser:

- *Detectores de gas*: Cerrarán la electroválvula de paso de gas al inmueble para evitar posibles explosiones en el caso de producirse escapes.
- *Detectores de agua*: Cerrarán la electroválvula de paso de agua al inmueble para evitar posibles inundaciones y desperfectos en el caso de producirse escapes.
- *Detectores de fuego y humo*: Conectados a centros de recepción de alarmas, aseguran la rápida intervención por parte de las autoridades (policía y bomberos) en caso de producirse un incendio en la vivienda.
- *Otras aplicaciones*: detección y aviso de pérdida de suministro eléctrico, caída de la línea telefónica, etc.

Cuando se produce un aviso por alarma técnica, el sistema domótico, además de ejecutar la acción preventiva automática y preconfigurada, se comunica con el usuario de la vivienda a través del teléfono móvil, correo electrónico o cualquier otro dispositivo remoto para informarle de la situación anómala.

▪ Sistemas de seguridad emocional

Existen situaciones en la vida cotidiana en las que interesa saber lo que está ocurriendo dentro la vivienda cuando el usuario no se encuentra en ella. Situaciones típicas son las producidas cuando se quiere saber que ocurre en el hogar cuando llega la asistenta, cuando se dejan a los niños solos o con la niñera, etc.

La seguridad emocional domótica nos permite controlar este tipo de situaciones de múltiples formas, ya sea utilizando mensajes de texto o voz, correos electrónicos, mensajes multimedia (MMS) o incluso la monitorización en tiempo real a través de internet o del teléfono móvil mediante el uso de cámaras distribuidas por distintas zonas y habitaciones de la casa.

▪ Teleasistencia: sistema de seguridad personal de pánico y protección personal

Este sistema, también conocido como “alarmas de salud”, consiste en disponer de pulsadores (portátiles o fijos) que al ser activados generan señales de aviso locales y/o remotas al centro de salud, familiar, vecino, etc.

Nota: *Este tipo de sistemas de seguridad personal se estudiarán con más detalle en apartados posteriores de este proyecto (véase capítulo 8), puesto que resultan muy útiles en su aplicación para personas de la tercera edad o discapacitados.*

1.4.3 Gestión de la energía

Las aplicaciones dentro de este grupo funcional se orientan a racionalizar los consumos energéticos domésticos (fundamentalmente electricidad y gas) atendiendo a diversos criterios:

- Zonificación del efecto de la climatización

Cada zona de la vivienda requiere condiciones térmicas distintas que hacen conveniente que sean gestionadas de forma diferente por el sistema domótico. Esta gestión puede realizarse de forma general para todas las estancias o siguiendo una programación independiente para cada una de ellas.

Con la función de zonificación se incrementa el grado de comodidad de los usuarios al asegurar la temperatura deseada en cada espacio de la vivienda, además de permitir la reducción del consumo de energía, ya que sólo se climatizan las zonas de la vivienda que son necesarias.

- Programación de la climatización

La programación de la climatización suele basarse en la definición de perfiles de temperaturas. Éstos están caracterizados por la definición de una serie de intervalos de tiempo en los que el sistema de climatización alcanzará una temperatura preestablecida por el propio usuario (temperatura de consigna). Los valores de consigna o niveles de temperatura más comunes suelen ser típicamente tres: el nivel de temperatura de *confort* (cuando el usuario se encuentra dentro de la vivienda), el nivel de temperatura de *economía* (cuando el usuario se encuentra fuera de la vivienda) y el nivel de temperatura *antihelada*.

El beneficio fundamental que aporta la programación de la temperatura, aparte de la comodidad que esto conlleva, es la optimización del consumo energético, asegurando que solamente se mantiene la temperatura necesaria durante periodos concretos. Si se dispone de nivel antihelada, se evita además la rotura de las canalizaciones de agua por el efecto de bajas temperaturas.

Una vez configurada la climatización, el usuario puede modificar en cualquier momento el nivel de temperatura existente, forzando un cambio puntual en el perfil de temperatura (a este cambio puntual se le conoce como derogación del nivel de temperatura existente).

- Selección del modo de funcionamiento de la climatización

El usuario puede seleccionar entre dos modos de funcionamiento, la climatización de uso manual o bajo programación. De elegir el modo programado, se gestiona la climatización, tal y como se ha visto, de un modo más eficiente. Sin embargo, el usuario puede requerir por cualquier motivo el funcionamiento de la climatización de modo manual, sin seguir un perfil de temperatura previamente especificado.

Con el modo de funcionamiento manual, el sistema sólo ofrece el establecimiento de una temperatura única de consigna para toda la vivienda, regulada mediante un termostato. Este incremento de las posibilidades de ajuste de la temperatura genera un sistema muy versátil y útil para los usuarios.

- Racionalización de cargas eléctricas

Cuando la demanda eléctrica en el interior de la vivienda supera en determinados momentos la potencia contratada, en lugar activarse la protección ICP del cuadro eléctrico, que interrumpiría el suministro eléctrico de toda la instalación, el sistema domótico desconectará sólo una o varias líneas o circuitos eléctricos. La desconexión

se producirá en las líneas cuyos equipos tengan un consumo eléctrico significativo y sean considerados de uso no prioritario.

Los beneficios de esta función son muy notables cuando la vivienda dispone de una electrificación importante. Asimismo, se permite reducir la potencia contratada por el usuario, lo que conlleva un ahorro significativo en el coste de la factura eléctrica.

- Programación de equipos domésticos

El usuario puede programar la puesta en marcha y paro de diversos equipos domésticos (generalmente electrodomésticos), creando un perfil similar al de temperaturas.

El incremento de las posibilidades de uso de estos equipos tradicionales conlleva grandes beneficios para el usuario, pudiendo realizarse ciertas tareas domésticas aún cuando la vivienda se encuentra vacía.

- Gestión de tarifas

Existen ciertos equipos domésticos cuyo uso puede derivarse a horas distintas de las habituales, sin afectar al ritmo de vida de los usuarios. Estos equipos pueden ser programados mediante un sistema domótico para derivar su funcionamiento a ciertas horas nocturnas, aprovechando las condiciones económicas de determinadas tarifas eléctricas, como la tarifa nocturna.

Esta función ofrece, por tanto, una reducción económica en el coste de la factura de energía eléctrica.

1.4.4 Gestión de las comunicaciones

Las aplicaciones de las comunicaciones contemplan el intercambio de mensajes de todo tipo y formato entre personas y equipos dentro y fuera de la vivienda. Como se ha introducido en apartados anteriores, estos mensajes pueden tratar el envío de alarmas desde la vivienda a teléfonos u otros aparatos remotos determinados por el usuario, realizar un diagnóstico de la vivienda desde el exterior y ejecutar la actuación de diversos receptores o sistemas a distancia.

En el ámbito de las comunicaciones, la automatización de una vivienda pasa por la creación de una red de datos físicamente independiente de la red de alimentación de energía. En la gestión de las comunicaciones se partirá de esta red de datos, a la que se incorporarán todas y cada una de las señales que forman parte del grupo de las comunicaciones. Dentro de este grupo, podemos diferenciar los siguientes subgrupos:

- Sistemas multimedia

Este tipo de sistemas se dedican al almacenamiento, gestión y distribución de contenidos de audio y vídeo a las distintas dependencias de la casa.

Las funciones y los servicios ofrecidos por estos sistemas pueden tener fines educativos o de entretenimiento, siendo ejemplos muy típicos la televisión, el “cine en casa”, los dispositivos DVD, CD, Blu-Ray, sistemas HiFi, videojuegos, hilo musical, etc.

- Sistemas de telecomunicación

Las aplicaciones de las telecomunicaciones contemplan el intercambio de información entre personas o entre personas y equipos domésticos. En este subgrupo se incluyen todas las infraestructuras necesarias para la comunicación de voz y de datos.

Si bien pueden destacarse numerosos ejemplos de sistemas de telecomunicación, algunos de los cuales ya se han visto en apartados anteriores de este capítulo, conviene resaltar dos aplicaciones que hasta ahora no se han citado, las cuáles suelen estar incluidas en la mayoría de los sistemas domóticos comerciales:

- *Integración del portero automático en el teléfono:* La señal de audio y control del portero automático se integra en la red de telefonía interior de la vivienda, permitiendo utilizar el teléfono para poder atender cualquier llamada enviada desde el portero automático en lugar de la habitual consola de control de esta instalación. La puerta puede abrirse remotamente desde el propio teléfono.
- *Integración del videoportero automático en el televisor:* La señal de video y control del videoportero automático se integran en la red de televisión de la vivienda, para permitir utilizar el televisor en lugar de la habitual consola de control de esta instalación. La puerta puede abrirse remotamente desde el mando a distancia del televisor u otro de uso específico.

Nota: *Los sistemas de integración del portero automático y videoportero resultan muy útiles para todo tipo de usuarios, puesto que mejoran las prestaciones de la instalación domótica. Asimismo, suponen una gran ventaja para personas con algún tipo de discapacidad o limitación funcional, mejorando las facilidades de interacción con el entorno y evitando el desplazamiento hasta la consola de la puerta principal.*

▪ Servicios de comunicación

Los servicios de comunicación que nos ofrecen las tecnologías domóticas están adquiriendo cada vez más importancia, y las aplicaciones que éstas nos ofrecen aumentan progresivamente, si bien su implantación definitiva en los hogares todavía está por asentarse en la sociedad. Servicios típicos de comunicación pueden ser el desvío de señales a un teléfono móvil cuando el usuario se encuentre fuera del hogar, mensajes instantáneos (SMS o MMS) que permiten el envío de todo tipo de información, videoconferencias, telefonía a través del ordenador sobre IP, etc.

Un servicio hasta ahora poco desarrollado, pero que apunta a ser uno de los más significativos en los próximos años, es la telemedicina, la cual además resulta muy interesante de estudiar por su relación con el ámbito de aplicación de este proyecto.

- Telemedicina

Con una población que se está haciendo cada vez más mayor, los servicios de salud son cada vez más importantes. En casos leves es posible para el médico, mediante un sencillo sistema de videocomunicación, diagnosticar al paciente en su propia vivienda. Otra aplicación son los controles diarios de las personas de la tercera edad (control de tensión o azúcar, por ejemplo), pudiendo realizarse la medición en casa y transmitiendo los datos al centro médico mediante un sistema de comunicación específico.

Ciudadanos con algún tipo de discapacidad, del tipo que sea, pueden vivir de modo más independiente en sus propios hogares gracias a este tipo de servicios. Las visitas para efectuar funciones de apoyo y control a este tipo de pacientes, que hasta ahora realiza el personal de asistencia cualificado, pueden ser en parte sustituidas por visitas digitales de videocomunicación o incluso por determinados sensores de situación. De este modo se dota de más intimidad a los usuarios, mejorando en gran medida su calidad de vida.

Capítulo 2

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

La realización y puesta en marcha de una instalación automatizada requiere multitud de componentes para que el sistema funcione correctamente y del modo más eficiente posible. En principio, la instalación eléctrica convencional es la primera que debe planificarse de acuerdo con los requerimientos de la instalación. Posteriormente, deberá elegirse el sistema técnico más apropiado en función de las características de la vivienda y de las prestaciones y funciones que soliciten los usuarios en cada caso.

En este capítulo se describen las principales características de las tecnologías de automatización de viviendas. Se estudiarán los distintos servicios y protocolos, así como las infraestructuras y técnicas específicas sobre redes domóticas, realizando una clasificación y comparativa entre los diferentes sistemas.

2.1 La red doméstica

Una red doméstica puede definirse como la infraestructura necesaria para integrar los sistemas de seguridad, control y automatización, comunicaciones y multimedia de un hogar automatizado. En la práctica, puede considerarse que una red doméstica es cualquier conexión entre dispositivos que intercambien información o recursos. Para realizar esta conexión, se necesitará hacer uso de distintas redes físicas que permitan integrar los distintos sistemas. Éstas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- **Red de potencia:** las nuevas definiciones de redes domésticas suelen olvidar la principal red de la vivienda, sin la cual no sería posible el desarrollo de las demás. La red de potencia es la que soporta el suministro de la energía eléctrica para toda la vivienda, alimentando los circuitos, suministrando energía a los distintos receptores de la instalación y en ocasiones sirviendo de soporte de señales de comunicación para el control de determinados sistemas domóticos.
- **Red de datos:** es aquella derivada de entornos empresariales y que permite usar una misma red para la distribución de ficheros entre ordenadores, compartir dispositivos y aplicaciones y hablar por teléfono. Actualmente, con las líneas ADSL recibimos por un mismo soporte todas estas funciones.
- **Red multimedia:** se encarga de distribuir las señales de televisión, audio y vídeo, así como la conexión entre los dispositivos necesarios para su recepción (antenas, derivadores, amplificadores, descodificadores, etc.).
- **Red domótica:** es aquella que integra en un solo sistema los dispositivos y elementos necesarios para la automatización y control de la vivienda, distribuyendo las señales de control a los diferentes equipos domóticos. En ocasiones debe soportar la función de alimentación de energía eléctrica de todos los componentes del edificio.

Estas subredes de la red doméstica pueden estar construidas sobre el mismo soporte físico o en soportes físicos diferentes. La tendencia actual es utilizar el mismo soporte físico para la

red de entretenimiento y datos, un sistema propietario centralizado para el sistema de seguridad (que envía la información de sus sensores a una central de seguridad) y un soporte físico diferente para la red domótica.

Las previsiones futuras apuntan a la utilización de la red domótica para el control y gestión de todas las subredes, sin embargo en la actualidad no existe ningún soporte físico que sea óptimo en todos los aspectos para todas las subredes presentes en el hogar, por lo que se tendrán distintos soportes físicos según los dispositivos que quieran conectarse, y el tipo de información que quiera transmitirse o compartirse.

2.2 Arquitecturas y medios de transmisión

A continuación se desarrollarán los tipos de arquitecturas de red, protocolos y medios de transmisión característicos de los sistemas domóticos que serán analizados posteriormente.

2.2.1 Arquitecturas de red

Las arquitecturas de red se definen en función de la forma de interconectar los distintos sistemas o equipos a la red. A la hora de abordar el estudio de las redes de comunicación de datos en un edificio o vivienda automatizada, deben valorarse criterios como el coste, la modularidad, la flexibilidad y la fiabilidad, pero para dimensionar correctamente una red deberán tenerse en cuenta los criterios de diseño del propio edificio, así como los requerimientos del sistema domótico que se va a implantar.

Las arquitecturas de red pueden clasificarse básicamente dentro de tres modelos: redes en anillo, redes en estrella, y redes en bus. Partiendo de estas tres topologías básicas, existen numerosas variaciones realizadas sobre su combinación, pero no es el objetivo de este proyecto llegar a ese nivel de profundidad. A continuación se detallan las características de cada tipo de arquitectura de red:

- **Redes en anillo:** en esta topología de red, todos los equipos se conectan formando un anillo, de tal modo que un nodo tendrá dos posibles vías de entrada/salida de información. La información circulará por cada uno de los nodos comprendidos entre el origen y el destino.

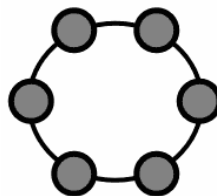


Imagen 2.1 - Esquema de una arquitectura de red en anillo

Es una red bastante flexible y económica, pero presenta retardos variables siempre en función de los puntos conectados en un determinado itinerario. Otro inconveniente destacable es que el tráfico se ve cortado cuando uno de los nodos se avería. En la Imagen 2.1 se muestra un esquema de este tipo de red.

- **Redes en estrella:** estas redes mantienen los equipos o sistemas unidos de manera bidireccional con un núcleo central en el que reside la capacidad de control de la red (aunque esta condición no es estrictamente necesaria). Para efectuar la comunicación entre dos nodos del sistema cualesquiera siempre ha de pasarse por al menos un nodo central. En la Imagen 2.2 se muestra un esquema de este tipo de red.

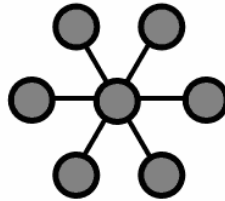


Imagen 2. 2 - Esquema de una arquitectura de red en estrella

La mayor ventaja que posee esta topología es su flexibilidad, presentando el inconveniente de que la avería del núcleo de la red bloquea las transmisiones entre los diferentes nodos. Además, es propensa a congestionarse con relativa facilidad al estar el nodo central activo en cada comunicación.

- **Redes en bus:** esta arquitectura de red consiste en una línea de comunicación que comparten todos y cada uno de los elementos o sistemas. Todos los equipos mandan o reciben sus mensajes del bus, existiendo un sistema de direccionamiento que permite la recepción o la emisión del mensaje mediante dos direcciones: la dirección del elemento que envía y la dirección del elemento que recibe.

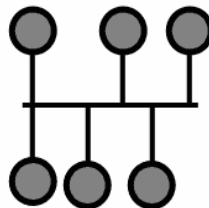


Imagen 2. 3 - Esquema de una arquitectura de red en bus

Esta topología presenta numerosas ventajas como son la facilidad de conexión y la posibilidad de compartir distintos tipos de información (datos, voz, vídeo y control). El inconveniente de usar un tipo de arquitectura en bus es la posible saturación que puede producirse y el hecho de tener que contar con un protocolo de comunicación más sofisticado que en el resto de las redes. En la Imagen 2.3 se muestra un esquema de este tipo de red.

2.2.2 Protocolos de acceso y comunicación

El acceso a la red de un terminal debe realizarse de acuerdo con una serie de normas o protocolos con el fin de evitar problemas en la transmisión y en la recepción de los mensajes. Normalmente, el medio físico por el que circulan los datos y las señales tendrá una serie de limitaciones que obligarán a conducir la información de una determinada manera.

El protocolo de acceso y comunicación en un sistema de transmisión de la información es un mecanismo (un tipo de “lenguaje”) que asegura que los distintos dispositivos del sistema puedan comunicarse por un mismo medio, aunque estos dispositivos sean de diferente

naturaleza y posean funciones diversas. El protocolo asegura, por tanto, la correcta comunicación entre todos los elementos del sistema.

Cuando se transmite la información se configura “un paquete” en el que se incluye tanto la información a enviar como una serie de informaciones tales como las direcciones físicas de los elementos implicados en la comunicación, la señalización de control de errores, etc.

La información que fluye por cualquier red de datos ha de hacerlo en forma de señales y utilizando un medio físico para poder propagarse de un nodo a otro. La información generada por cualquier sistema debe materializarse, por tanto, en forma de señales, que pueden ser acústicas, ópticas, químicas, electromagnéticas, etc. En función del tipo de señal deberán utilizarse diferentes medios de transmisión, los cuales serán detallados en el siguiente apartado.

En el entorno industrial, se suele llamar *telegrama* al protocolo de comunicaciones entre dos o más nodos o controladores. Está compuesto por una serie de palabras, en formato digital, con un número de bits variable en función de la información que se debe transmitir. A través de estos procedimientos se envía o recibe la información entre dos o más nodos.

Los protocolos de acceso más utilizados en redes domésticas son los siguientes:

- Acceso aleatorio CSMA/CA: el nodo o equipo de control se pone a la escucha y si la red está libre, transmite el mensaje. Si varios componentes desean transmitir al mismo tiempo, primero lo hará el de mayor prioridad, y cuando éste finalice, enviará su mensaje el componente de menor prioridad.
- Acceso por paso de testigo: por la red se encuentra circulando un conjunto de caracteres (denominado testigo), de modo que cuando un nodo desea transmitir, captura dicho testigo y se encuentra en condiciones de enviar su mensaje. Una vez finalizada la transmisión vuelve a dejar el testigo en la red.

2.2.3 Medios de transmisión

Los medios de transmisión utilizados en las redes domésticas son el soporte físico por el que se transmite la información entre los diferentes terminales de la vivienda. A continuación se presentan las propiedades y características más importantes de los soportes físicos más comunes usados para el intercambio de información y envío de señales.

Existen dos categorías que engloban a todos los medios de transmisión: los medios cableados (transmisión por conductores) y los medios inalámbricos.

Medios cableados:

Como su nombre indica, son los que usan el cable como soporte físico. En ésta categoría se engloban los sistemas que usan corrientes portadoras sobre la propia red eléctrica de la vivienda (cables convencionales), los coaxiales, los cables de pares y la fibra óptica.

- Corrientes portadoras: la transmisión de información se realiza por medio de emisores que envían la información a través de la red de potencia (red eléctrica tradicional). Esta información consiste en una señal modulada y codificada a una frecuencia

determinada que es captada por los receptores, permitiendo la comunicación entre los dispositivos. El soporte físico utilizado son los mismos conductores de energía eléctrica, de modo que los sistemas basados en este medio de transmisión son muy fáciles de implantar, presentando el inconveniente de su alta sensibilidad a inducciones electromagnéticas.

- Cable coaxial: es un tipo de cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia, permitiendo el transporte de señales de video y datos a alta velocidad. Consta de dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y otro exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante dieléctrica, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante.
- Cables de pares: es un tipo de cable formado por grupos de dos hilos de material conductor (comúnmente cobre), de grosores comprendidos entre 0.3 y 3 milímetros, recubiertos de plástico protector. Son capaces de dar soporte a un amplio rango de aplicaciones en el entorno doméstico, pudiendo transportar datos, voz y alimentación de corriente continua. Suelen ser usados para la conexión de equipos de telefonía y redes de datos, ya que por su configuración, permiten la transmisión de señales a capacidades altas y minimizan las interferencias.
Los tipos de cables de pares utilizados en aplicaciones de este tipo son los denominados *cables de pares trenzados*. Los cables de pares trenzados pueden clasificarse en dos grupos:
 - *Par trenzado sin apantallar*: el cable está compuesto por un número de pares trenzados entre sí y recubiertos por un aislante común. Este cable es sensible a las interferencias entre pares.
 - *Par trenzado apantallado*: el cable está compuesto por un número de pares trenzados entre sí, donde cada par individual está envuelto por una malla metálica, y a su vez, el conjunto del cable está envuelto por otra malla, todo ello recubierto por un aislante común. Es el tipo de cable más robusto frente a interferencias.
- Fibra óptica: el cable de fibra óptica está compuesto por una fibra extremadamente fina y flexible capaz de conducir energía lumínica. Para su construcción se pueden usar diversos tipos de cristal. Las fibras de mayor calidad son de sílice, con una disposición de capas concéntricas donde se pueden distinguir tres partes básicas: núcleo, cubierta y revestimiento. La propagación de la energía electromagnética por fibra óptica se basa en la diferencia de índice de refracción entre el núcleo y la cubierta. Cada fibra está rodeada por su propio revestimiento, que es un cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. Al transmitir luz por su interior, la fibra óptica no es propensa a ningún tipo de interferencia electromagnética o electrostática.
La transmisión de señales por fibra óptica requiere la utilización de un emisor y un receptor al principio y al final de la fibra, compuestos por un diodo y un fotodiodo para enviar y recibir información respectivamente. Es un medio más apropiado para largas distancias, lo que unido a su alto precio conlleva a una escasa implantación en redes domésticas.

Medios inalámbricos:

Son sistemas que usan señales de radiofrecuencia o infrarrojas. A estos sistemas también se les denomina comúnmente “sin nuevos cables”, ya que una de sus principales ventajas es que no requieren la instalación de cableado para su implantación.

- **Señales de radiofrecuencia:** el espectro de radiofrecuencia (RF) es la porción menos energética del espectro electromagnético, estando situado entre 3 Hz y 300 GHz aproximadamente. Las ondas electromagnéticas de esta región del espectro pueden transmitir aplicando la corriente alterna originada en un generador o antena. La introducción de las radiofrecuencias como soporte de transmisión en la vivienda, ha venido precedida por la proliferación de los teléfonos móviles y telemandos. Este medio de transmisión puede parecer idóneo para el control a distancia de los sistemas domóticos dada la gran flexibilidad que supone su uso, sin embargo, resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas en el medio de transmisión.
- **Señales infrarrojas:** la radiación infrarroja (IR) es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible y menor que las microondas. Su rango de longitudes de onda va desde 700 nanómetros hasta 1 milímetro. La comunicación IR se realiza mediante un diodo emisor que emite radiación, sobre la que se superpone una señal convenientemente modulada con la información de control, y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control. Al tratarse de un medio de transmisión óptico es inmune a las radiaciones electromagnéticas producidas por los equipos domésticos o por los demás medios de transmisión. La velocidad de transmisión entre el emisor y el receptor puede alcanzar los 10 Mbps.

Cabe destacar, que los medios físicos de transmisión utilizados en las redes domésticas, sean del tipo que sean, dependen de la configuración de los sistemas de control, pudiendo utilizarse distintos medios de transmisión en un mismo sistema. Los sistemas de control propios de las redes domésticas se describen en apartados posteriores de este capítulo.

2.3 Periféricos del sistema: sensores y actuadores

En el proceso de automatización de viviendas y edificios, es necesario detectar las actuaciones o cambios de las variables físicas que deseamos automatizar. Existen dos tipos de parámetros que deben ser controlados: señales digitales y señales analógicas.

Para que el sistema de control pueda detectar los cambios y actuar de acuerdo con la programación establecida por el usuario, se utilizan unos dispositivos denominados transductores, que serán los periféricos del sistema. (Un transductor es un dispositivo que es capaz de detectar y procesar el valor o la variación de una magnitud física y convertirla en otra magnitud ya sea eléctrica, mecánica o de cualquier otro tipo).

En las aplicaciones del entorno de la automatización, pueden encontrarse dos tipos de transductores: los sensores y los actuadores.

Sensores:

Los sensores son un tipo de periférico cuyo transductor convierte una magnitud física de entrada en una señal eléctrica a su salida. Estas señales en ocasiones pueden ser de valores demasiado pequeños o estar configuradas de forma que no puedan ser tratadas por los sistemas de control. Para evitar este problema, los sensores están dotados además de un acondicionador de señal y una etapa de salida.

Los elementos básicos de un sensor son, por tanto:

- *Transductor*: convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).
- *Acondicionador de señal*: realiza la función de modificar y adaptar la señal de entrada del transductor para adecuarla a la etapa de salida.
- *Etapa de salida*: convierte la señal del acondicionador al nivel o formato requerido para la entrada del controlador o actuador.

En función de la señal de salida, los sensores pueden clasificarse en:

- *Analógicos*: la señal de salida varía en el tiempo, tomando su salida un valor de tensión o corriente normalizado.
- *Digitales*: proporcionan una señal de salida codificada en impulsos serie o paralelo con codificación digital.
- *Todo o nada*: son las salidas que actúan con un relé interno, presentando el contacto de dicho relé. También recibe el nombre de *contacto de libre potencial*.

Los tipos de sensores, en función de la magnitud que debe medirse, son muy numerosos. Existen sensores para medir todas las variables físicas, químicas o biológicas que existen. Los más utilizados en aplicaciones domésticas e industriales son los sensores de temperatura, humedad, humo, luminosidad, gas, agua, movimiento y velocidad.

Actuadores:

Los actuadores son elementos de salida que utiliza el sistema para modificar el estado y actuar sobre ciertos equipos e instalaciones. Los actuadores más utilizados en las aplicaciones del entorno de las redes domésticas son los siguientes:

- *Analógicos*: la señal de salida varía en el tiempo, tomando un valor de tensión o corriente normalizado. Son utilizados en la regulación y control de los diversos equipos del sistema.
- *Digitales*: proporcionan una señal de salida codificada en impulsos serie o paralelo con codificación digital. Son utilizados para dar a conocer valores predeterminados de parámetros establecidos por el usuario en una pantalla digital.
- *Todo o nada*: son salidas que actúan con un relé interno, presentando el contacto de dicho relé. Es el tipo de actuador más extendido. Los ejemplos más clásicos son los contactores, electroválvulas y cualquier otro elemento del sistema que base su funcionamiento en sólo dos posiciones (encendido/apagado, abierto/cerrado, etc.).

Los sensores y actuadores pueden ser alimentados con corriente alterna o corriente continua, siendo más común el uso de transductores alimentados a partir de corriente continua. Las tensiones normalizadas en ambos casos son las siguientes:

- ✓ Corriente alterna (CA): 12, 24, 110 y 220 voltios.
- ✓ Corriente continua (CC): 12, 24 y 48 voltios.

Generalmente, para obtener estos niveles de tensión se recurre a fuentes de alimentación. Éstas pueden estar integradas en los propios componentes o conectadas al sistema de modo que se alimente a varios dispositivos con una sola fuente, dependiendo del tipo de tecnología utilizada.

2.4 Sistemas de control

Los sistemas de control utilizados en la automatización de viviendas y edificios están basados en sistemas controlados por microprocesador. Su arquitectura corresponde a una unidad de control (CPU), memorias (RAM, ROM, EEPROM), periféricos de entrada y salida, módulos de transmisión y recepción y una o varias fuentes de alimentación.

La arquitectura de los sistemas de control indica la forma en la que los diferentes elementos de la red van a ser interconectados, como se va a tratar la información y por cuantos controladores va a ser tratada.

Las arquitecturas de control usadas actualmente se pueden clasificar en tres grupos:

- Sistemas de control centralizado.
- Sistemas de control descentralizado.
- Sistemas de control distribuido.

Dependiendo del sistema de control aplicado en la red doméstica se está condicionando la forma de instalación de dicha red y sus componentes asociados.

Sistemas de control centralizado:

Los sistemas de control centralizado (Imagen 2.4) son aquellos que disponen de una unidad central de control (UC) o controlador, desde donde se gestiona la totalidad de la instalación. En este elemento se procesa toda la información recibida de los sensores y en función de la programación establecida por el usuario, se procede a dar las órdenes a los actuadores. Todos los elementos de la instalación que se debe controlar (sensores y actuadores) se conectan a dicha unidad central.

Este tipo de sistemas también reciben el nombre de *centrales domóticas*, y existen en el mercado una gran cantidad de fabricantes. Dentro del control centralizado se encuentran los sistemas basados en PC o control por ordenador, que utilizando tarjetas de adquisición de datos reciben las señales de los periféricos y por medio de un programa específico ejecutan las acciones de control y supervisión de la vivienda.

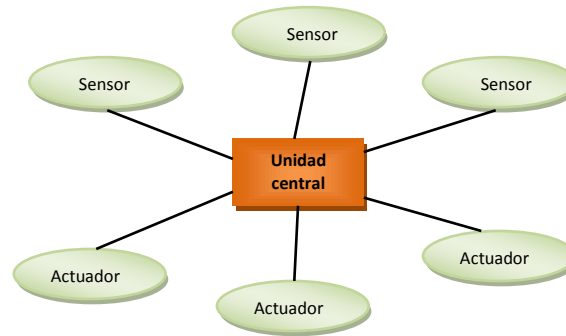


Imagen 2. 4 - Estructura de un sistema centralizado

La gran ventaja de usar un sistema de este tipo consiste en que la programación está orientada a los requisitos de la vivienda o del edificio y cualquier cambio de funcionalidad puede realizarse sin ninguna dificultad por el propio usuario desde pantallas táctiles, PC, etc.

Sistemas de control descentralizado

Los sistemas de control descentralizado son aquellos que disponen de tantos nodos o controladores como elementos se conectan a la red. Ello implica que cada componente de la red está dotado de su propia unidad de control o controlador, que tiene las capacidades de comunicarse y de procesar la información. Cada uno de estos componentes, por tanto, debe tener una cierta “inteligencia”, permitiéndose la comunicación entre ellos. Por esta razón están constituidos por una unidad de control, un controlador de comunicaciones y una interfaz de entradas o salidas.

Este tipo de sistema requiere la programación de cada uno de los componentes de forma previa e independiente.

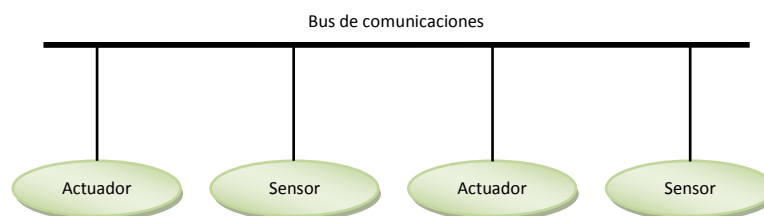


Imagen 2. 5 - Estructura de un sistema descentralizado

La unión entre los controladores se lleva a cabo por medio de buses cableados o cualquier otro tipo de soporte físico (Imagen 2.5). La comunicación entre controladores requiere que las señales de transmisión estén estandarizadas, por lo que los sistemas de control descentralizado deben tener establecido un protocolo que haga posible la comunicación entre todos los sensores y actuadores conectados al bus.

Sistemas de control distribuido

Los sistemas de control distribuido (Imagen 2.6) disponen de varios controladores o unidades centrales próximas a los elementos que deben controlar. Estos controladores están unidos por medio de un bus cableado o cualquier otro medio físico de transmisión para así poder intercambiar datos de la programación por medio de un protocolo de comunicaciones establecido para la interacción entre éstos.

En cada una de las unidades centrales se realiza la programación correspondiente a las entradas y salidas que dependen de ella, así como de las que dependan de otros controladores y estén relacionadas entre ellas por la programación, de forma que el control está distribuido en toda la red.

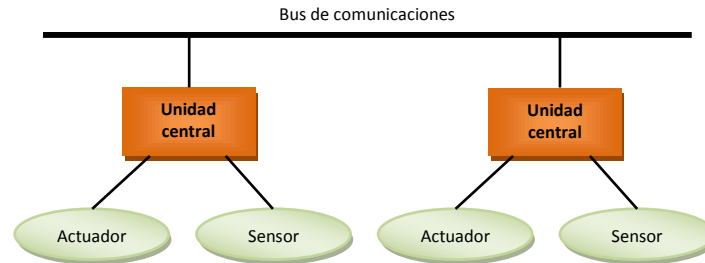


Imagen 2. 6 - Estructura de un sistema distribuido

En los sistemas de control distribuido se suele denominar como *nodo* a cada una de las unidades centrales de control de la red.

2.5 Principales tecnologías existentes

Con la aparición de las redes domésticas han surgido numerosos protocolos creados tanto para un entorno profesional como para su uso particular, existiendo actualmente un gran número de tecnologías presentes en el mercado.

El objetivo de este apartado es dar a conocer las tecnologías de control y comunicación más utilizadas que tienen relación con el entorno de las redes domésticas. Actualmente no se dispone de una tecnología única que se adapte a los requisitos necesarios de todas las aplicaciones y servicios solicitados. Por este motivo han surgido diferentes tecnologías en Estados Unidos, Asia y Europa, con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios y crear un sistema estándar en su zona de influencia.

A continuación se presentan algunas de las tecnologías más utilizadas a nivel internacional, detallando posteriormente las principales características de las más relevantes. En el esquema expuesto en la Imagen 2.7 se muestran las principales tecnologías que pueden encontrarse en el entorno de las redes domésticas.

Al observar este esquema puede apreciarse la diversidad de tecnologías, tanto en medios de transmisión cableados como en medios de transmisión inalámbricos, que pueden encontrarse en un mercado vinculado a las redes domésticas.

A partir de este punto, por su importancia y relación directa con el objetivo de este proyecto, el estudio de las principales tecnologías existentes se centrará únicamente en las redes domésticas.

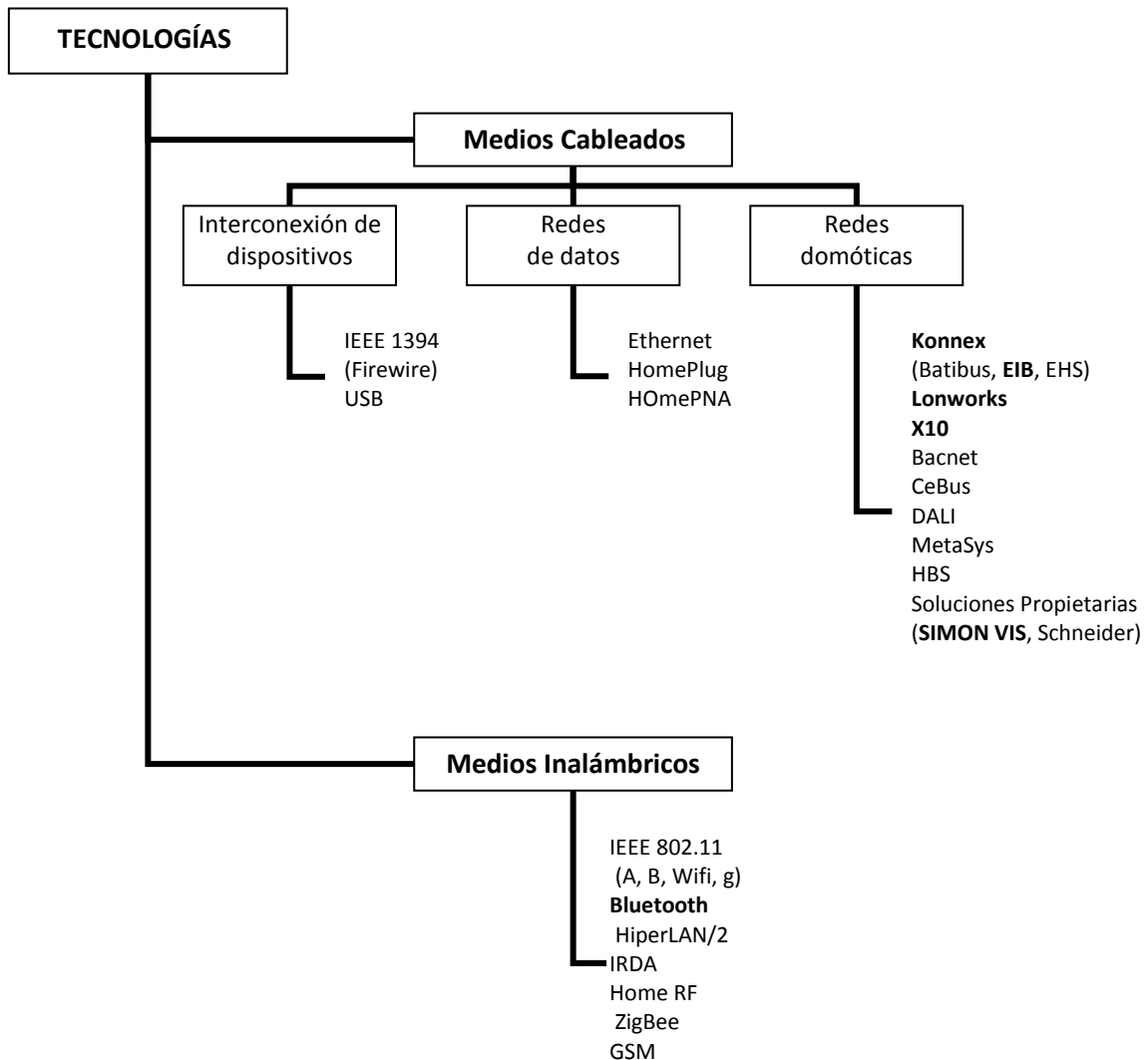


Imagen 2. 7 - Clasificación de las principales tecnologías de redes domésticas
(Se destacan en negrita las tecnologías que serán descritas en detalle en apartados posteriores)

Como ya se ha expuesto, en la actualidad no se dispone de ningún sistema domótico que se adapte a todas las necesidades y requisitos solicitados por los usuarios. Este motivo, unido al hecho de que cada país quiere lanzar al mercado su propia tecnología para crear un sistema estándar lo más internacionalizado posible, ha derivado en la creación de numerosas aplicaciones domóticas basadas en diferentes arquitecturas, medios de transmisión, protocolos, sistemas de control, etc.

Las tecnologías domóticas más importantes a nivel mundial, están por tanto, distribuidas según la zona geográfica en las que han sido diseñadas, fabricadas y comercializadas [04]. En América del Norte, por ejemplo, el sistema domótico más implantado es el X-10, basado en corrientes portadoras. En Europa, existen gran cantidad de sistemas domóticos (*Batibus, EIB, EHS*) englobados dentro de los que se denomina *Konnex Association*, si bien la tendencia actual es el uso del sistema *EIB (European Installation Bus)*, con el objetivo de establecer un único estándar europeo, más competitivo a nivel internacional. En Japón, el mercado se encuentra ante un escenario más cerrado, puesto que la tecnología domótica establecida en este país fue impuesta por su gobierno. Se trata del sistema *HBS*, que actualmente se extiende por otros países asiáticos, como Corea del Sur.

Para entender mejor la distribución de los sistemas domóticos a nivel mundial, en la Imagen 2.8 se representa un esquema de las tecnologías con mayor grado de implantación en función de cada zona geográfica.

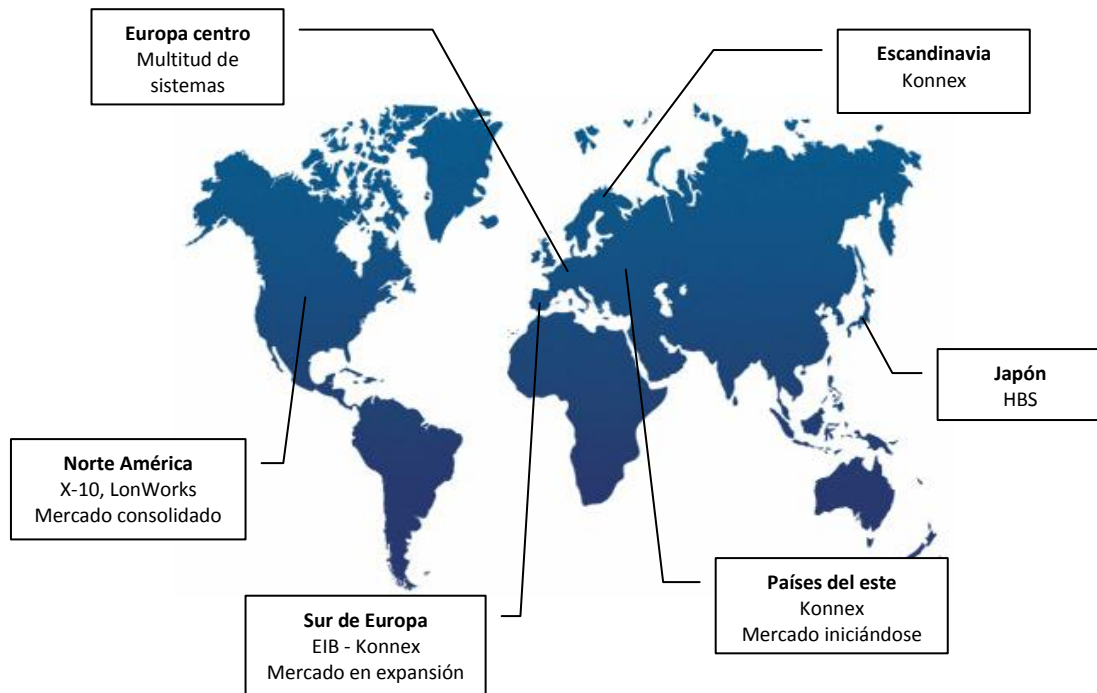


Imagen 2. 8 - Distribución de los principales sistemas domóticos a nivel mundial

2.5.1. Medios cableados. Principales sistemas domóticos

En este apartado se describirán las características más relevantes de las redes domóticas más importantes a nivel internacional, entendiendo como importantes a los sistemas con mayor nivel de utilización en la actualidad. En la Imagen 2.9 se muestra el grado de implantación de las tecnologías domóticas hasta el año 2009 [05]:

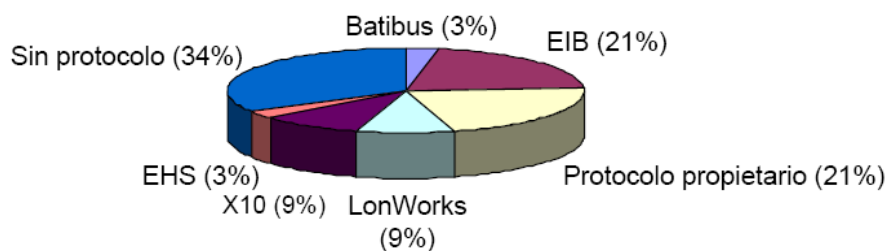


Imagen 2. 9 - Grado de implantación a nivel mundial de las tecnologías domóticas en la actualidad

De todos los sistemas domóticos presentes en el mercado, puede apreciarse que la tecnología con mayor grado de implantación es el EIB - Konnex. Otros sistemas como el X-10 y el LonWorks (sistemas predominantes en América del Norte), poseen también una gran cuota de mercado. A continuación, se detallarán las características principales de todos estos sistemas, para así obtener una visión generalizada de las tecnologías domóticas más importantes en el contexto internacional, realizándose posteriormente un estudio en profundidad del sistema domótico usado en el desarrollo de este proyecto, el EIB. Asimismo,

en el siguiente apartado, se detallarán las características de la tecnología *Bluetooth*, que no siendo un sistema domótico, presenta una especial importancia por su relación directa con el ámbito de aplicación del proyecto, al ser usada como la pasarela inalámbrica entre ciertos periféricos de la vivienda y el sistema domótico a implantar.

Características técnicas de los principales sistemas domóticos:

➤ **X-10**

El sistema *X-10* es una de las tecnologías más antiguas que se están utilizando en las aplicaciones domóticas. Fue diseñada en 1978 con el objetivo de transmitir datos por líneas de baja tensión a baja velocidad y bajo coste. Utiliza la red de potencia de la vivienda y posee la ventaja de que para su instalación no es necesario tender nuevos cables para conectar los dispositivos. La facilidad de instalación y de uso la hacen líder en el mercado residencial estadounidense, ya que en estos momentos es una tecnología muy asequible para realizar instalaciones domóticas que no resulten muy complejas.

Las características técnicas fundamentales de este sistema son las siguientes:

Tipo de protocolo	No propietario
Arquitectura	Descentralizada
Medio de transmisión	Corrientes portadoras
Velocidad de transmisión	Europa: 50 bps EEUU: 60 bps
Distancia máxima al dispositivo	185 metros

Tabla 2. 1 - Características del sistema domótico X-10

➤ **LonWorks**

La tecnología *LonWorks* fue creada en el año 1992 y desde entonces se ha convertido en un sistema de referencia a la hora de implementar redes automatizadas en edificios de oficinas, hoteles o industrias, no siendo tan utilizado en redes domésticas. Esto es debido a que es un tipo de sistema muy robusto, pero más caro que otras tecnologías. Las características técnicas fundamentales de este sistema son las siguientes:

Tipo de protocolo	No propietario
Arquitectura	Descentralizada
Medio de transmisión	Par trenzado (TP) Cable coaxial Radiofrecuencia (RF) Corrientes portadoras
Velocidad de transmisión	54.4 Kbps – 28 Mbps
Distancia máxima al dispositivo	500 – 2700 metros

Tabla 2. 2 - Características del sistema domótico LonWorks

➤ **Simon VIS**

Cabe hacer una especial mención a esta tecnología por ser el sistema propietario con mayor implantación a nivel mundial. Este sistema, que también es conocido en otros países con el nombre de *IHC*, fue creado en 1999 por el grupo *LEXEL*, comprado ese mismo año por *Schneider Electric*, actual propietario del sistema. Se trata de una tecnología pensada para su utilización en pequeñas y medianas instalaciones, permitiendo el control de 128 entradas y 128 salidas como máximo mediante una arquitectura modular y fácilmente ampliable.

Las características técnicas fundamentales de este sistema son las siguientes:

Tipo de protocolo	Propietario (Schneider Electric)
Arquitectura	Centralizada
Medio de transmisión	Cableado dedicado (0.8 mm ²)
Tensión de alimentación	Dispositivos de entrada: 24 V _{cc}
	Dispositivos de salida: Indiferente
Distancia máxima al dispositivo	100 metros desde módulo central

Tabla 2. 3 - Características del sistema domótico SimonVis

➤ **Konnex - EIB**

Esta tecnología, creada en el año 1999, es el resultado de la convergencia de tres sistemas de automatización de edificios y viviendas europeos (*Batibus*, *EIB* y *EHS*). Fue diseñada con el objetivo de disponer de un sistema estándar único a nivel mundial que desarrollase todas las necesidades y requisitos de las instalaciones profesionales y residenciales, capaz de competir con los sistemas americanos como *LonWorks*. Esta iniciativa genera un único sistema basado en la sólida tecnología *EIB*, conjuntamente con los mecanismos de configuración y medios físicos de *Batibus* y *EHS*.

En la actualidad, es un sistema normalizado por CENELEC bajo la Norma EN 50090.

Las características técnicas de este sistema, así como otros fundamentos más específicos tales como su instalación y conexionado, se detallan en el *Capítulo 3* del presente proyecto.

2.5.2. Medios inalámbricos. Pasarela Bluetooth

La diversidad de protocolos que cubren el espacio de los diferentes requerimientos de la vivienda, crea la necesidad de introducir pasarelas que permitan la interconexión de redes locales y de área amplia.

Como se puede apreciar en el esquema representado en la Imagen 2.7, existen numerosas pasarelas inalámbricas que pueden ser aplicables al entorno de la domótica, tales como: *wifi*, *Bluetooth*, *IRDA*, *ZigBee*, *Home Rf*, etc.

Cada una de estas pasarelas tiene diversas ventajas e inconvenientes, y su implantación en los sistemas de automatización de viviendas y edificios se realiza valorando los requisitos de la instalación.

El estudio de las características de cada uno de los medios inalámbricos más importantes, aunque resultaría de notable interés, queda fuera del enfoque del proyecto, si bien se procede

a realizar un estudio en detalle de la pasarela que se utilizará en la instalación de la vivienda a diseñar, la pasarela *Bluetooth*, por su aparición en posteriores bloques temáticos, debido a que la comunicación entre ciertos periféricos del sistema domótico proyectado se realizará utilizando esta tecnología.

Bluetooth: Aplicación como pasarela inalámbrica:

El sistema *Bluetooth* es un enlace radio de corto alcance que aparece asociado a las redes de área personal inalámbricas, conocidas por sus siglas en inglés “WPAN” (Wireless Personal Area Network). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal con un radio de cobertura que puede oscilar dentro de un rango de 10 o 100 metros dependiendo de la versión y del país.

Las “WPAN” constituyen un esquema de red de bajo coste que permite conectar entre sí equipos informáticos y de comunicación portátil y móvil, como ordenadores, PDAs, impresoras, micrófonos, auriculares, sensores y actuadores, displays, teléfonos móviles y otros dispositivos de electrónica de consumo.

El objetivo es que todos estos equipos puedan operar y comunicarse entre sí sin interferencias. El rango de frecuencias en el que trabaja *Bluetooth* (2.402 GHz a 2.480 GHz) está dentro de una banda libre que se puede usar para aplicaciones ICM (Industriales, Científicas y Médicas) que no precisan licencia.



Imagen 2. 10 - Logotipo de la tecnología Bluetooth

Con esta tecnología se pueden transferir datos, audio y vídeo. En la *versión Bluetooth 1.2* los datos se transmiten de forma asimétrica a 721 Kbps y simétricamente a 432 Kbps. Para transmitir voz son necesarios tres canales de 64 Kbps. Para transmitir vídeo es necesario comprimirlo en formato MPEG-4 y usar una velocidad adecuada (que dependerá del tamaño del video) para conseguir actualizar la pantalla el número necesario de veces por segundo. Las potencias de emisión varían en función de la distancia que se desea cubrir y de los dispositivos implicados en la comunicación, pudiendo establecerse de modo aproximado 1 mW para distancias inferiores a 10 metros y 100 mW para distancias inferiores a 100 metros.

En lo referente a la arquitectura *Bluetooth* (Imagen 2.11), se caracteriza porque que se organiza en módulos denominados *piconets*. Cada *piconet* está formada por dos o más dispositivos compartiendo un canal; uno de los terminales actúa como el “maestro” de la *piconet*, mientras que el resto de los dispositivos actúan como “esclavos”. Pueden unirse varias *piconets* con áreas de cobertura superpuestas, formando lo que se denomina una *scatternet*.

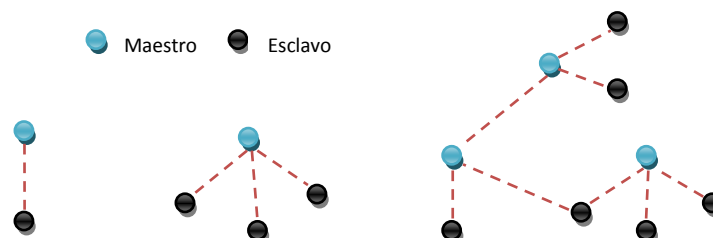


Imagen 2. 11 - Representación de las arquitecturas Bluetooth:
A: *piconet* con un solo esclavo.
B: *piconet* con múltiples esclavos.
C: *scatternet*.

Recientemente se ha desarrollado la *versión Bluetooth 2.0*, que mejora notablemente el ancho de banda hasta aproximadamente los 3 Mbps, y se ha propuesto crear la *versión UWB Bluetooth*, que podría llegar a alcanzar unas velocidades teóricas de entre 53 y 480 Mbps. Los datos técnicos recogidos en la Tabla 2.4, hacen referencia a la *versión 1.2*, que será la usada para el desarrollo de este proyecto, puesto que no es necesario el uso de velocidades de transmisión superiores.

Características técnicas:

Banda de frecuencia	2.4 GHz (Banda libre ICM).
Rangos de distancia	Distancia mínima: 10 metros.
	Distancia máxima: 100 metros.
Potencia del transmisor	Para distancia de hasta 10 metros: 1mW.
	Para distancias de hasta 100 metros: 100 mW.
Velocidad de datos	Asimétrico: 721 Kbps (Hasta 57.6 Kbps de retorno).
	Simétrico: 433.9 Kbps.
Velocidad de voz	64 Kbps bidireccional.
Canales máximos	De voz: 3 por piconet.
	De datos: 7 por piconet.
Número de dispositivos	Máximo de 10 piconets.
	Máximo de 8 dispositivos por piconet.
Consumo	Desde 30 μ A en espera hasta 30 mA transmitiendo (a 2.7 V).
Seguridad	En la capa de enlace.
Interferencias	Mínimas, al emplear saltos rápidos en frecuencia.

Tabla 2. 4 - Características técnicas de la tecnología Bluetooth (Versión 1.2)

Domótica y Bluetooth:

Desde el punto de vista de la domótica, la tecnología *Bluetooth* proporcionará el acceso inalámbrico desde el teléfono móvil o la agenda electrónica, permitiendo de este modo el intercambio de datos entre estos terminales y los diversos dispositivos del sistema automatizado sin interferencias.

Gracias a sus prestaciones, puede hacerse uso de esta tecnología a modo de pasarela inalámbrica que permita la interconexión de numerosos dispositivos, evitando así la instalación de nuevos cables por la vivienda.

En el ámbito de aplicación del proyecto, resulta especialmente útil el uso de esta tecnología, que proporcionará la comunicación entre la PDA del usuario y el sistema *EIB*. Su versatilidad permitirá a las personas discapacitadas disponer de un mayor grado de autonomía, al poder ejercer el control sobre ciertos dispositivos de su entorno simplemente interactuando con la PDA.

Capítulo 3

TECNOLOGÍA DOMÓTICA EIB

En la actualidad, resulta necesario que cada vez se instalen un mayor número de funciones en los edificios y viviendas, por lo que es frecuente encontrarse con numerosas limitaciones presentadas por las instalaciones eléctricas convencionales.

Una posible solución a este problema es contar con un sistema domótico por bus de datos, como es el caso del sistema domótico *EIB - Konnex*. El Bus de Instalación Europeo *EIB* es un completo sistema integrado de automatización y control de edificios y viviendas destinado a la aplicación de soluciones gradualmente compatibles, flexibles y rentables.

Este sistema domótico, el estándar de comunicación europeo, abarca las áreas de aplicación más importantes: los sectores doméstico, terciario e industrial.

Las siglas *EIB* representan una de las tecnologías de instalaciones de edificios más innovadoras del mercado (“sistema bus”), promovida desde hace años por el grupo de fabricantes que englobaban la *EIBA* (Asociación *EIB*), con sede en Bruselas. En la actualidad esta asociación ha pasado a formar parte de la *Konnex Association*.

Konnex Association (KNX):

La *Konnex Association* (en España, “Asociación Konnex-EIB España”) es una asociación de empresas de todo el mundo dedicadas al ámbito de las instalaciones eléctricas que se han unido para impulsar el desarrollo de los sistemas de automatización y gestión de edificios y promover en el mercado europeo un sistema unitario de alta fiabilidad.

Esta asociación está compuesta actualmente por más de 110 miembros de diversos países, los cuales cubren el 80% de la demanda de aparatos de instalación eléctrica europea y constituyen un estándar unitario [04]. Las empresas participantes garantizan que sus productos sean compatibles con el bus, por ello, se pueden emplear en una instalación *EIB* aparatos de distintos fabricantes con total interoperabilidad.

Algunas de las principales empresas que forman parte de esta asociación son: *ABB*, *Schneider Electric*, *Jung*, *Siemens*, *Temper*, *Grasslin*, *Niessen*, *Bosch*, etc.

Las funciones fundamentales de esta asociación son las que se citan a continuación:

- Fijar directrices técnicas y de calidad.
- Realizar pruebas de calidad.
- Conceder las licencias de marca.
- Colaborar en la normalización.
- Promover contactos y proyectos.

Todos los dispositivos de los diversos fabricantes pertenecientes a funciones distintas que lleven la marca de fábrica *EIB* pueden unirse fácilmente para formar una instalación domótica basada en esta tecnología.

3.1 Argumentos del sistema

Las características técnicas del sistema *EIB* son las siguientes:

SISTEMA DESCENTRALIZADO: La programación de los componentes se realiza de forma individual a través de un ordenador personal o similar. Al disponer todos los componentes bus de su propia inteligencia (microprocesador y electrónica de acceso al medio), no resulta necesaria una unidad central de control. Por lo tanto, el sistema *EIB* puede ser utilizado tanto en pequeñas instalaciones (viviendas) como en proyectos mucho más grandes.

SISTEMA NO PROPIETARIO: No hay ninguna marca comercial detrás de *EIB*. Las principales empresas fabricantes de material eléctrico están asociadas bajo la *EIBA*, como ya se ha descrito.

CABLE BUS DE DOS HILOS COMO MEDIO DE TRANSMISIÓN: Suministra una tensión de $24 V_{CC}$ que sirve para alimentar a todos los componentes del bus y conecta las cargas y los interruptores que las controlan. El cable bus se tiende paralelo al cableado de $230 V_{CA}$ de la vivienda, lo que conlleva varias ventajas:

- Reducción de la cantidad total de cable instalado en comparación con una instalación convencional (Imagen 3.1).
- Incremento del número de funciones posibles del sistema.
- Mejora en la claridad de la instalación.

Existen otros medios de transmisión aplicables a esta tecnología en función de las necesidades de cada usuario, ya que resulta posible implementar el sistema *EIB* de diversas formas. En la práctica, sólo el par trenzado ha conseguido una implantación masiva, mientras que los demás métodos apenas han conseguido una presencia testimonial [04].

A continuación se muestran las principales áreas de aplicación y características de los principales medios de transmisión *EIB*:

- **[EIB TP] Par trenzado:** La transmisión de la señal se realiza a través de un bus de control independiente.

Áreas de aplicación: Nuevas instalaciones y grandes renovaciones, ya que este medio de transmisión presenta un nivel máximo de fiabilidad de la transmisión.

Velocidad: 9600 bps

- **[EIB PL] Línea de fuerza:** La transmisión se realiza a través de la red eléctrica existente ($230 V_{CA}$ a 50 Hz), siempre que ésta disponga de conductor neutro.

Áreas de aplicación: En lugares donde no se necesita un cable de control adicional y hay disponible un tendido de $230 V_{CA}$.

Velocidad: 1200/2400 bps

- **[EIB net] Ethernet:** La transmisión se realiza usando el estándar Ethernet.

Áreas de aplicación: Permite la transferencia de telegramas *EIB* a través del protocolo *IP* a viviendas o edificios remotos.

Velocidad: 10 Mbps

- [EIB RF] Radiofrecuencia: La transmisión se realiza vía radio.

Áreas de aplicación: En viviendas y edificios en los que no se puede o no se desea instalar cableado adicional.

- [EIB IR] Infrarrojo: Este medio de transmisión es apto para el uso con mandos a distancia en estancias donde se pretenda controlar los dispositivos EIB instalados de manera remota.

Filosofía del sistema:

La filosofía principal del sistema domótico EIB es que todas las funciones se encuentren perfectamente bajo control, obteniendo una tecnología de alta flexibilidad y que permita que cualquier instalación pueda ser fácilmente adaptable a las necesidades cambiantes de los usuarios.

En las instalaciones tradicionales, cada función requiere una línea eléctrica propia, y cada sistema de control precisa una red separada. Por el contrario, con el sistema domótico EIB se pueden controlar, comunicar y vigilar todas las funciones de servicio y su desarrollo mediante una única línea común. Con esto se puede dirigir la línea de energía sin desvíos, directamente hasta el aparato consumidor.

En la Imagen 3.1 pueden apreciarse de modo gráfico las diferencias de cableado entre una instalación convencional y una instalación con EIB.

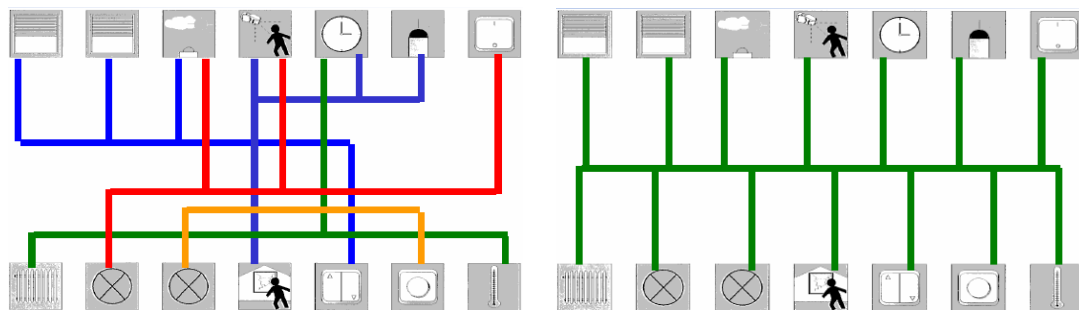


Imagen 3. 1 - Esquema de una instalación convencional (izquierda) y otra bajo bus EIB (derecha)

Las principales ventajas que presenta la tecnología EIB son las siguientes:

- ✓ Reduce los costes de mantenimiento.
- ✓ Es adaptable y escalable.
- ✓ Presenta una fácil instalación.
- ✓ Es un sistema europeo estandarizado.
- ✓ Posee baja sensibilidad a inducciones e interferencias electromagnéticas.
- ✓ Es ecológica.
- ✓ Está preparada para el futuro.

A modo de conclusión, puede afirmarse que los anteriores argumentos se evaluarán de distinta forma según el punto de vista del cliente o del usuario. Por ejemplo, un edificio funcional en comparación con un edificio residencial, personas robustas en comparación con personas discapacitadas, personas jóvenes en comparación con personas mayores, etc.

3.2 Componentes del sistema

El sistema domótico EIB es un sistema de bus descentralizado, controlado por sensores, con transmisión de los datos recibidos en serie y que tiene el objetivo de controlar y gestionar las diversas funciones técnicas de una vivienda o edificio.

La instalación EIB consta de los siguientes elementos:

3.2.1 Bus

El cable bus KNX suele ser de color verde. Pueden encontrarse hasta cuatro tipos de cable comercialmente disponibles, que se seleccionan en función de la ubicación de la instalación. En la Tabla 3.1, se resumen las características principales de los distintos tipos de cables bus.

	Tipo de cable	Características
Cables comunes	YCYM 2x2x0,8	Instalación fija. Uso en locales secos, húmedos y mojados. Localización exterior o interior. Montaje superficial o empotrado.
	J-Y(St)Yh 2x2x0,8	Instalación fija. Exclusivamente para localización interior. Montaje empotrado, en conductos.
Cables especiales	JH(St)H 2x2x0,8	Cable libre de halógenos, tendido separado.
		Cable para telecomunicaciones subterráneo.
	A-2YF(L)2Y	Cable específico para uso exterior.

Tabla 3.1 – Características de los diferentes cables BUS

De los cables citados en la Tabla 3.1, el de uso más estandarizado a nivel doméstico es el “YCYM 2x2x0,8” por su versatilidad y robustez. En la Imagen 3.2, se muestra la representación de este tipo de cable.

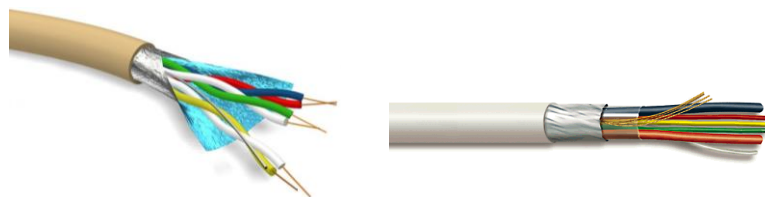


Imagen 3.2 - Representaciones de un cable bus estándar

No obstante, cabe destacar que en este tipo de instalaciones domóticas, pueden existir también cables de un par trenzado (dos conductores de 0.8 mm) que se pueden utilizar según las necesidades de la instalación.

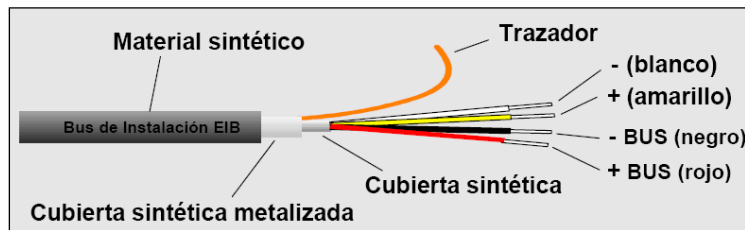


Imagen 3.3 - Representación esquemática del cable bus YCYM 2x2x0,8

El cable bus KNX consta de dos cubiertas de protección, dos pares de hilos y un trazador, como puede apreciarse en la Imagen 3.3. Los hilos amarillo y blanco (cables de fuerza), se encargan de transmitir la tensión de alimentación a los componentes. Los hilos negro y rojo (cables de información) se encargan de transportar los mensajes entre los diferentes dispositivos de la instalación. El trazador no tiene una función específica dentro del cable, sirviendo para minimizar las fuerzas de torsión, compresión o tracción que pudieran darse y para facilitar el pelado del cable en sentido longitudinal.

Perfil o carril DIN:

Un carril DIN es una barra de metal normalizada de 35 milímetros de ancho con una sección transversal en forma de sombrero. Ciertos componentes del sistema domótico deberán estar montados sobre dicho carril, cuya función es la de conectar estos dispositivos de la instalación entre sí. Los aparatos se adhieren al perfil, por lo que no se precisan más hilos para su conexión. En la Imagen 3.4 se muestran dos ejemplos de perfiles DIN.

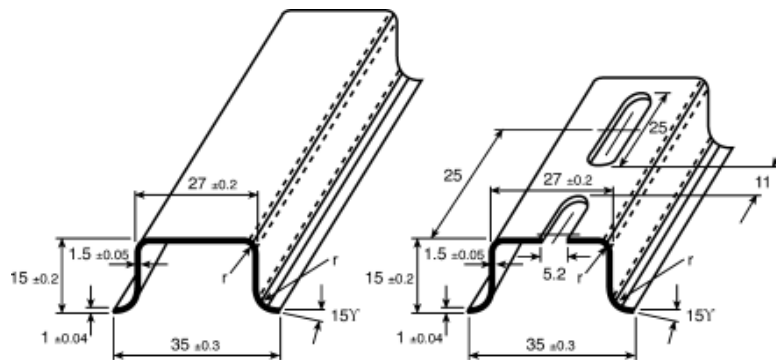


Imagen 3.4 - Ejemplos de perfiles DIN normalizados (medidas en milímetros)

Las dimensiones de este componente están normalizadas. Pueden encontrarse tamaños de 12 módulos, 13,5 módulos o 16 módulos, teniendo cada módulo un tamaño de 18mm.

Indicaciones básicas:

- El bus para perfil DIN no debe ser cortado.
- Se deben cubrir las partes no utilizadas del carril de datos.
- No deben instalarse aparatos bus sobre aparatos de la red de potencia que presenten pérdidas importantes (para evitar el calentamiento excesivo).

3.2.2 Sensores y actuadores

También conocidos como *nodos*, los **sensores** son los componentes del sistema encargados de suministrar la información necesaria al bus para el correcto funcionamiento del sistema.

Perciben los cambios de estado del entorno y transmiten la información con una estructura en forma de telegrama hacia sensores o actuadores.

Existen múltiples tipos de sensores: pulsadores, termostatos, detectores de luminosidad, detectores de lluvia, sensores de movimiento, sensores de rotura de cristales, teclados de escenas, etc.

Los **actuadores** son las salidas del sistema, de modo que son los encargados de recoger la información del bus.

Reciben los telegramas procedentes de los sensores y transforman las órdenes recibidas en acciones.

Existen múltiples tipos de actuadores: de conmutación, regulación (dimmer), control de persianas, sirenas interiores, control de calefacción, caudalímetros, electroválvulas de corte de suministro de agua, gas, etc.

3.2.3 Fuente de alimentación y filtro

Cada línea debe tener su propia fuente de alimentación que suministrará la tensión a todos los dispositivos conectados. La fuente dispone de un control integrado de corriente y tensión y salva microcortes de hasta 100 ms.

La tensión nominal de alimentación es de 29 V_{CC}, requiriendo cada dispositivo un mínimo de 21 V_{CC} para mantenerse en zona de operación segura (SOA). Esto supone una carga típica en el bus de 150 mW, pudiendo llegar en caso de carga adicional a los 200 mW.

La conexión de la fuente de alimentación al bus se realiza por medio de una bobina que actúa a modo de filtro. Esta etapa de filtrado de alimentación supone una carga despreciable sobre la componente de datos y no los interfiere. Al conectar el filtro en serie con la fuente de alimentación se obtiene en sus bornes una tensión de 24 V_{CC}, la óptima para alimentar a todos los componentes del sistema.

De este modo se aseguran unos márgenes de tensión y consumo que garantizan un funcionamiento adecuado, incluso utilizando el máximo número de dispositivos admitidos por la instalación.

3.2.4 Acoplador al bus y módulo o interfaz de aplicación

Otro tipo de elementos pertenecientes a un sistema *EIB*, de vital importancia por tratarse de dispositivos dotados de una cierta "inteligencia", son el acoplador al bus (donde se encuentra el programa de aplicación) y el módulo o interfaz de aplicación.

El **acoplador al bus** (AB o BCU) es un elemento que contiene la electrónica necesaria para gestionar el enlace: envío y recepción de telegramas, ejecución de los objetos de aplicación,

filtrado de direcciones físicas y de grupo, comprobación de errores, etc. El acoplador examina cíclicamente la interfaz de aplicación para detectar cambios de señal.

Esta unidad de acoplamiento consta de dos partes:

- *Módulo de transmisión (MT o TRC)*. Se encarga del desacoplo de la alimentación y de los datos, protege contra inversiones de polaridad, vigila la temperatura de la unidad, ofrece la tensión de alimentación estabilizada a $24 V_{CC}$, controla que ésta no descienda de $18 V_{CC}$ y “resetea” el microprocesador si cae por debajo de $5 V_{CC}$.
- *Controlador de enlace al bus (CEB o BCC)*. Compuesto por: una memoria ROM permanente que almacena el software del sistema, una memoria RAM volátil que contiene datos durante la operación normal del dispositivo y una memoria no volátil, EEPROM, borrable eléctricamente y donde se almacenan el programa de aplicación, la dirección física y la tabla de direcciones de grupo.

La **interfaz de aplicación** es un conector estándar de diez pines, de los cuales cinco se usan para datos, tres se utilizan para tensiones de alimentación y uno es una entrada analógica al acoplador al bus que se emplea para la identificación del tipo de dispositivo final en función de una resistencia situada en el mismo.

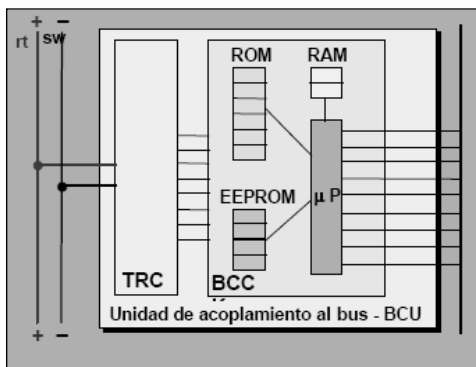


Imagen 3. 5 - Acoplador al bus: módulo de transmisión (TRC) y controlador de enlace al bus (BCC)

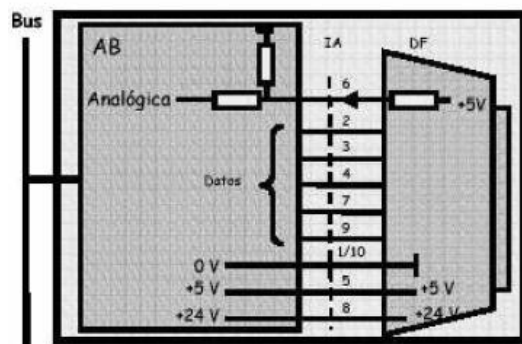


Imagen 3. 6 - Acoplador al bus (AB), interfaz de aplicación (IA) y dispositivo final (DF)

En el caso de que el dispositivo final no se corresponda con el programa de aplicación, el acoplador al bus lo detiene automáticamente.

3.2.5 Componentes auxiliares del sistema

Son los dispositivos sin los cuales el sistema domótico podría funcionar correctamente, puesto que únicamente cumplen la función de cubrir necesidades específicas o mejorar ciertas características funcionales, técnicas o de diseño.

Existen numerosos dispositivos auxiliares del sistema *EIB*, encontrándose este tipo de componentes en constante desarrollo. Los más destacables en la actualidad son los siguientes:

Dispositivos del sistema:

- Acopladores de línea o área.*
- Módulos de funciones lógicas.*
- Módulo de comunicación RS 232.*
- Módulo de comunicación USB.*

Accesorios del sistema:

Terminales de conexión.

Entradas binarias.

Entradas analógicas.

Programadores horarios.

Elementos de comunicación:

Interfaz Vía Radio.

Interfaz Konnex – Bluetooth.

Interfaz Konnex – IR.

Centrales IP.

Elementos de visualización:

Pantallas para la visualización del estado del sistema.

Pantallas táctiles.

Mini paneles TFT.

3.3 Tecnología del sistema

Alimentación:

Cada línea del sistema debe tener su propia fuente de alimentación que se encargará de suministrar tensión a todos los dispositivos conectados a ésta.

La fuente, como se ha descrito, dispone de un control integrado de corriente y tensión y es capaz de salvar microcortes de hasta 100 ms. La tensión nominal de alimentación es de 29 V_{CC} y cada dispositivo requiere un mínimo de 21 V_{CC} para mantenerse en su zona de operación segura. La intensidad máxima que una sola fuente de alimentación estándar puede ofrecer al sistema es de 640 mA. En la Imagen 3.7 se muestra el esquema de conexión de la fuente de alimentación en relación con otros dispositivos del sistema.

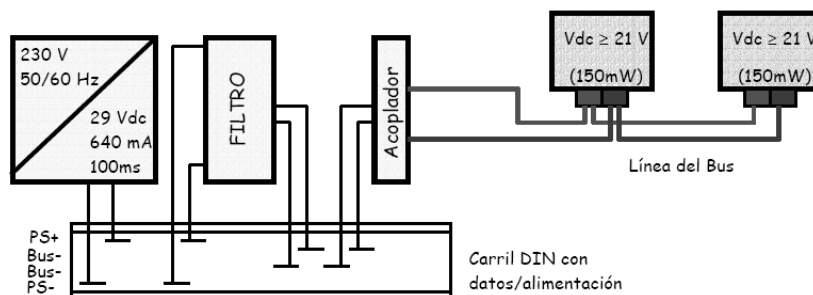


Imagen 3. 7 - Esquema de la fuente de alimentación y otros elementos

La conexión de la fuente de alimentación al bus se realiza en su última etapa a través de una bobina de filtro, desde la cual se establece la tensión de alimentación de los diversos componentes del sistema, cuya tensión óptima de funcionamiento se encontrará finalmente estabilizada a 24 V_{CC}.

Transmisión de datos:

En el sistema domótico *EIB*, los datos se transmiten como una tensión alterna superpuesta sobre la alimentación en corriente continua del bus. Para que este proceso pueda llevarse a cabo correctamente, es necesario aislar la fuente de alimentación de los datos y desacoplar los datos de la componente de alimentación continua en cada dispositivo.

Los dispositivos conectados al bus disponen de un transformador a modo de filtro para separar la componente continua de alimentación de la componente alterna que representa los datos. Cuando un dispositivo envía datos, la electrónica de acoplamiento los emplea para excitar el secundario del transformador, de modo que se inducen en el primario y se superponen a la tensión continua de alimentación. Para la recepción, los datos representan la corriente alterna en el primario, que se inducen al secundario y son así separados de la tensión continua.

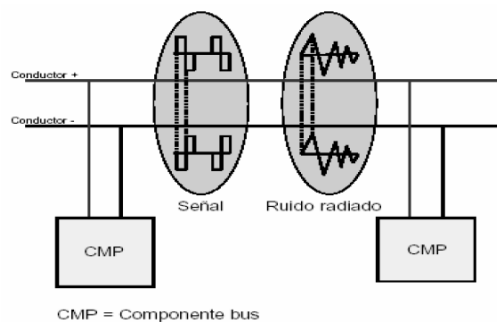


Imagen 3. 8 - Representación gráfica del modo de transmisión

Los datos se transmiten de modo simétrico sobre el par de conductores que componen el bus. El empleo de transmisión diferencial, junto con la simetría de los conductores, garantiza que el ruido afectará por igual a los conductores de modo que la diferencia de tensiones permanece invariante (Imagen 3.8).

La transmisión de datos se realiza en modo asíncrono a una velocidad de 9600 bps. La inmunidad al ruido es destacable gracias a la baja resistencia del enlace de los dispositivos mediante el acoplamiento aislado (transformador).

EIB y otros sistemas:

El bus de instalación *EIB* está abierto a cualquier otro sistema, ya que puede conectarse a través de una pasarela adecuada a sistemas como *RDSI*, Internet y otras tecnologías de gestión de edificios.

Esta pasarela realiza una conversión bidireccional del protocolo, posible gracias a que el sistema *EIB* está basado en modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI) creado por la organización internacional para la estandarización (ISO).

Los acopladores de medios conectan los diferentes tipos de sistemas de transmisión de datos mencionados con anterioridad (*radiofrecuencia, infrarrojos, Bluetooth, etc.*).

Del mismo modo, algunas partes de las instalaciones *EIB* pueden ser conectadas por medio de fibra óptica, con la ventaja de no presentar limitación de longitudes de cable ni interferencias de tipo electromagnético.

3.4 Topología del sistema

A continuación se desarrollan los diferentes niveles de conexionado que pueden existir entre los componentes de un sistema domótico *EIB* y la clase de identificación y direccionamiento de éstos.

3.4.1 Niveles de conexionado

Para el conexionado de los dispositivos pertenecientes del bus en cada línea se permite cualquier topología (árbol, estrella, bus o anillo), lo que facilita en gran medida la instalación de un sistema de este tipo en una vivienda. Únicamente no se permite cerrar anillos entre líneas situadas topológicamente en diferentes subredes.

La topología de conexión de dispositivos contempla tres niveles de conexionado:

- Dispositivos/Componentes.
- Líneas.
- Áreas.

Línea:

La línea es la unidad mínima de la instalación. En ella se pueden conectar teóricamente hasta 256 dispositivos. Cada línea debe tener su propia fuente de alimentación, de modo que el número real de aparatos que es posible conectar a ésta dependerá de la fuente de alimentación seleccionada y del consumo de cada aparato individual.

Área (conexión de varias líneas):

Si se desea conectar más componentes al bus, se deberá emplear más de una línea, pudiendo conectarse hasta 15 a una línea principal por medio de *Acopladores de Líneas (AL)*. Esto es lo que se denomina "área" de un sistema *EIB*.

La línea principal puede tener conectados directamente hasta 256 dispositivos, incluyendo los acopladores de línea, de modo que el número máximo de aparatos bus en la línea principal disminuye con el número de acopladores de línea en uso. En la Imagen 3.9 se muestra el esquema de conexión de varias líneas con sus respectivos dispositivos asociados.

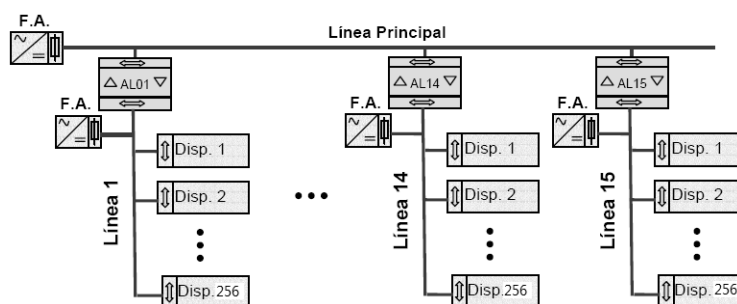


Imagen 3.9 - Esquema de conexión de diversas líneas

Conexión de varias áreas:

Del mismo modo que pueden acoplarse líneas, cabe la posibilidad de unir hasta un máximo de 15 áreas distintas mediante el uso de *Acopladores de Área (AA)*, que conectarán cada área correspondiente a la línea principal de áreas, denominada backbone (Imagen 3.10). A esta línea principal de áreas también pueden conectarse otros sistemas ajenos a EIB por medio de las correspondientes pasarelas.

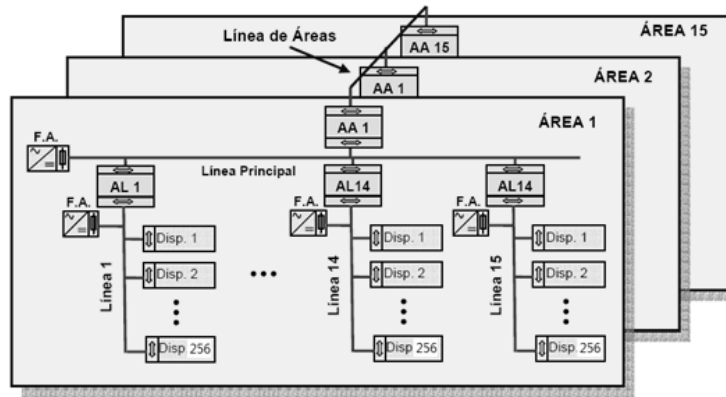


Imagen 3. 10 - Esquema de conexión de diversas áreas

Dividiendo la instalación EIB en líneas y áreas, la funcionalidad del sistema se incrementa considerablemente. En un sistema completo (compuesto por 15 áreas con 15 líneas cada una, y en cada línea situados 256 componentes) pueden integrarse teóricamente más de 50.000 dispositivos.

3.4.2 Direccionamiento

Los diferentes dispositivos existentes en una instalación EIB quedan perfectamente identificados gracias al sistema de direccionamiento. Existen dos tipos de direcciones: direcciones físicas y direcciones lógicas o de grupo.

Dirección física:

Las direcciones físicas identifican cada dispositivo de forma individual y única en la instalación y corresponden con su localización en la topología global del sistema. La dirección física consta de tres campos, que se representan separados por puntos:

ÁREA.LÍNEA.COMPONENTE

Dirección lógica o de grupo:

Las direcciones de grupo se emplean para definir funciones específicas del sistema y son las que determinan las asociaciones de dispositivos en funcionamiento y la comunicación entre sus objetos de aplicación.

Este tipo de direccionamiento asigna la correspondencia entre elementos de entrada al sistema (sensores) y elementos de salida (actuadores).

Existen dos tipos de direcciones lógicas: de dos niveles y de tres niveles (Imagen 3.11), que se utilizarán en función de las necesidades en la jerarquización de las aplicaciones del sistema.

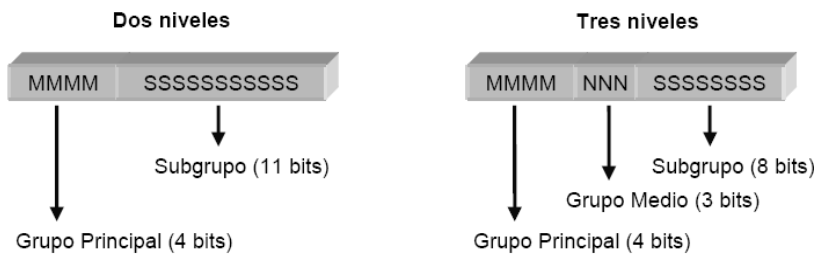


Imagen 3. 11 - Niveles en las direcciones de grupo

En la configuración de una instalación EIB, la asignación de direcciones de grupo es básica para asegurar su correcto funcionamiento. Las direcciones de grupo, que asocian sensores con actuadores, se pueden asignar a cualquier dispositivo que se encuentre en cualquier línea, siendo independientes de las direcciones físicas.

Al asignar direcciones lógicas o de grupo, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Los sensores sólo pueden tener asociada una dirección de grupo.
- Varios actuadores pueden tener una misma dirección de grupo, respondiendo a un mismo mensaje o telegrama.
- Los actuadores pueden responder a más de una dirección de grupo, estando asociados a varios sensores simultáneamente.

3.5 Comunicación y transmisiones

Método de acceso. Protocolo:

El método de acceso al medio empleado por la tecnología EIB es de tipo CSMA/CA. La codificación se realiza de modo que el estado lógico "0" es dominante sobre el "1", que se denomina recesivo. Por tanto, el valor "0" representa el paso de corriente y el valor "1" representa el bloqueo de ésta.

El mecanismo de resolución de colisiones del flujo de información y órdenes es el siguiente:

"El dispositivo comprueba el bus y si está libre comienza la transmisión. Durante el envío, cada dispositivo escucha los datos presentes en el bus y los compara con los que ha transmitido. Si no se producen colisiones, el envío se produce sin contratiempos, si se produce una colisión con los datos enviados por otro dispositivo, el arbitraje se resuelve por prioridad de los bits dominantes sobre los recesivos."

En resumen, tendrán mayor prioridad aquellas tramas de información que posean un mayor número de ceros en su inicio.

El envío de un mensaje o telegrama en un sistema EIB se realiza cuando se produce un evento que acciona alguno de los sensores del sistema. Éste comprueba la disponibilidad del bus durante un tiempo determinado y envía el telegrama.

Si no hay colisiones, a la finalización de la transmisión espera otro intervalo de tiempo hasta la recepción del reconocimiento.

Si el envío o la recepción no se realizan adecuadamente, no recibirá este reconocimiento y la transmisión se reintentará hasta tres veces.

Formato de las transmisiones. Telegrama:

Los telegramas se transmiten en modo asíncrono, a una velocidad de 9600 baudios. De este modo, la transmisión de un byte supone un tiempo de 1,35 ms, y la de un telegrama completo entre 20 y 40 ms. (La mayoría de las órdenes son de marcha/paro, lo que supone un tiempo de envío de 20 ms).

El telegrama se compone de siete campos, seis de control para conseguir una transmisión fiable y un campo de datos útiles con el comando a ejecutar:

Control	Origen	Destino	C.R.	Longitud	Datos útiles	Seguridad
8 bit	16 bit	16 + 1 bit	3 bit	4bit	Hasta 16x8 bit	8 bit

Imagen 3. 12 - Formato de los telegramas

En la Imagen 3.12 se muestra una representación de un telegrama completo de la tecnología domótica EIB. Cada uno de los campos de los que se compone el telegrama posee la función descrita a continuación:

- *Campo de control:* incluye la prioridad que el telegrama tiene al ser enviado.
- *Dirección de origen:* el dispositivo que retransmite la trama envía su dirección física que consta de 4 bits de identificador de línea, 4 bits de identificador de área y 8 bits de identificador de dispositivo.
- *Dirección de destino:* la dirección de destino puede ser de dos tipos en función del valor que tome el bit número 17. Si éste toma valor "0", se trata de una dirección física, dirigiéndose el telegrama a un único dispositivo. Si toma valor "1", se trata de una dirección de grupo y el telegrama se dirige a todos los mecanismos que tengan esa dirección de grupo.
- *C.R. o contador de ruta:* este es un mecanismo de protección. Cuenta cuantas veces el telegrama es recibido por un acoplador y lo rechaza si esto sucede muchas veces.
- *Longitud:* indica cuántos bytes contiene el campo de datos. El receptor necesita esta información adicional para evaluar el telegrama y verificar que la recepción realmente se ha efectuado.
- *Datos útiles:* contiene los datos necesarios para la ejecución de órdenes y transmisión de valores. Los datos asignados a las diferentes funciones están en concordancia con el EIS (EIB Interworking Standard), garantizándose la compatibilidad entre dispositivos del mismo tipo pero de distinto fabricante.
- *Seguridad:* también conocido como "campo de comprobación", consiste en un byte que le sirve al dispositivo receptor para verificar que el telegrama es correcto. Si la recepción es correcta, se envía un *reconocimiento*. De lo contrario, se envía un *no reconocimiento* para que el emisor repita el envío.

Interconexiones lógicas:

La interconexión lógica establece los enlaces de comunicación que permiten a los componentes intercambiar información, en forma de telegrama, a través de sus objetos de comunicación. Esta interconexión consiste en asociar a una misma dirección lógica, grupo/subgrupo, dos o más objetos de comunicación.

A continuación se recogen una serie de interconexiones lógicas típicas que resuelven las principales funciones domóticas de los grupos de control más habituales:

Control de cargas:

- Accionamiento básico (ON/OFF).
- Accionamiento conmutado.
- Accionamiento mediante flanco.
- Variaciones de control sobre actuadores (temporizadores).
- Regulación.
- Funciones avanzadas (envío de valores luminosos, escenas luminosas, etc.).

Control de movimiento:

- Órdenes de movimiento (persianas, puertas, etc.).
- Detección de movimiento (intrusión, movilidad).

Control de magnitudes físicas:

- Control de temperatura.
- Control de velocidad del viento.
- Control de humedad, lluvia.
- Control de presión.

Control externo al bus EIB:

- Control mediante infrarrojos, radiofrecuencia, etc.
- Introducción de señales de 230 V_{CA}. (El sistema *EIB* dispone de *entradas binarias y analógicas* que permiten introducir información en el bus en forma de telegrama al detectar en bornes del componente un nivel de tensión determinado procedente de elementos ajenos al propio sistema *EIB*).
- Otras formas de control mediante PDA, Tablets PC, etc. que interactúan con el sistema por medio de pasarelas *wifi*, Bluetooth, etc.

Establecimiento de condiciones adicionales de control:

- Programación lógica adicional.

3.6 Características técnicas del sistema

A continuación, en la Tabla 3.2, se exponen las características técnicas más relevantes de la tecnología domótica EIB.

Conductor Bus

Tipo de conductor: YCYM 2x2x0,8 con un par de conductores (rojo y negro) para la transmisión de órdenes e información a los componentes y otro par de conductores (amarillo y blanco) para el suministro de la tensión de alimentación a los componentes.
Tendido del cableado: Empotrado, saliente o directamente en el enlucido.
Diámetro del conductor: 0.8 mm.
Longitudes del conductor en una línea: - <i>Longitud máxima total</i> : 1000 metros, incluyendo todas las ramificaciones. - <i>Distancia máxima entre dos componentes del bus</i> : 700 metros. - <i>Distancia máxima entre componente y fuente de alimentación</i> : 350 metros. - <i>Distancia entre fuente de alimentación y bobina</i> : Se deben montar juntas.

Componentes del Bus

Número máximo de zonas: 15.
Número máximo de líneas por zona: 15.
Número máximo de componentes del bus por línea: 256.

Topología

Estructuras permitidas: Lineal. Estrella. Árbol. Anillo (sólo entre dispositivos de una misma línea).
Estructura no permitida: Anillo entre líneas pertenecientes a diferentes subredes.

Fuente de alimentación

Tensión del sistema: 24 V _{CC} .
Fuentes de alimentación por línea: Una fuente de alimentación de 320 mA y una bobina o una fuente de alimentación con bobina incorporada de 640 mA.
Fuentes de alimentación por línea para necesidades de corriente elevadas: El número máximo de fuentes de alimentación por línea será de dos, debiendo estar separadas una distancia mínima de 200 metros.

Características de los aparatos

Estas características se aplicarán siempre que no se especifique lo contrario.

Clase de protección: IP 20 (Según EN 60529).
Medidas de protección: Bus: muy baja tensión de seguridad (SELV), con corriente continua a 24 V.
Categoría de sobretensión: III
Tensión de aislamiento: 250 V.
Grado de ensuciamiento: 2.
Compatibilidad electromagnética (EMV): Cumple con la EN 50081-1, EN 50090-2-2 y manual EIB.
Resistencia al clima: EN 50090-2-2 y manual EIB.

Transmisión

Técnica de transmisión: Descentralizada. Controlada por sucesos o cambios. En serie. Simétrica.
Velocidad: 9600 bit/segundo.

Condiciones de montaje

Áreas de montaje: Instalaciones fijas en interiores. Locales secos. Montaje en cuadros eléctricos de distribución.
Temperatura ambiente durante el funcionamiento: - 5°C a + 45°C.
Humedad durante el funcionamiento: Soportará un máximo del 93% de humedad relativa.
Temperatura de almacenamiento: - 40°C a + 55°C.
Humedad de almacenamiento: Soportará un máximo del 93% de humedad relativa.
Aprobación: Certificado EIB.
Marcaje CE: Conforme a las directrices de compatibilidad electromagnética EMV (en viviendas y edificios del sector terciario) y la normativa de baja tensión.

Tabla 3. 2 - Características técnicas del sistema domótico EIB

Capítulo 4

LEGISLACIÓN, NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN DOMÓTICA

El entorno legal y normativo aplicable a los sistemas de automatización, consta de una serie de normas y disposiciones legales de diversa índole. En este capítulo se revisará el conjunto de dichas normas y la legislación vigente relacionada con la domótica y el hogar digital para finalizar introduciendo el concepto de *certificación de las instalaciones domóticas*.

En la Tabla 4.1 se muestran aquellas normas y disposiciones legales que guardan una relación más o menos directa y que deben tenerse en cuenta en el ámbito de aplicación de los sistemas domóticos.

DISPOSICIONES LEGALES	NORMAS TÉCNICAS
<p>Directivas Europeas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ BT 2006/95/CE ✓ CEM 2004/108/CE <p>Reglamentos Nacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ CTE ✓ ICT ✓ REBT <ul style="list-style-type: none"> - ITC-BT-25 - ITC-BT-51 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Normas UNE-EN-50090 ✓ Normas EN/ISO 16484 ✓ Normas EN 50065 ✓ Normas EN 50491 (En desarrollo) ✓ Norma EA 0026:2006

Tabla 4. 1 - Normativa y reglamentación aplicable a los sistemas domóticos

A continuación, se ampliarán los objetivos y contenidos fundamentales de los documentos citados, extractando sus partes más relevantes.

4.1 El entorno legal

Se entiende como entorno legal, aquellos documentos cuyo ámbito de aplicación es obligatorio. Las disposiciones legales aplicables a instalaciones domóticas se basan en ciertas directivas elaboradas por La Comisión Europea y que cada país transpone a su legislación nacional. Estas directivas pretenden armonizar las distintas reglamentaciones nacionales, obteniéndose finalmente una legislación nacional propia.

En España, estas directivas se transponen en forma de Real Decreto y son publicadas en el Boletín Oficial del Estado. La reglamentación vigente en nuestro país que implica a las instalaciones domóticas es la siguiente:

Directivas Europeas

BT 2006/95/CE

Directiva de Baja Tensión

Tiene como finalidad garantizar la seguridad de utilización del material eléctrico.

CEM 2004/108/CE**Directiva de Compatibilidad Electromagnética**

El objetivo de esta directiva es garantizar la protección de los equipos y las personas contra los problemas que puedan causar las perturbaciones electromagnéticas que provocan los dispositivos eléctricos y electrónicos.

Reglamentos Nacionales**CTE****Código Técnico de la Edificación**

Tras su entrada en vigor en marzo de 2007, sus principales objetivos son asegurar la calidad en la edificación y promover la sostenibilidad e innovación. Entre otros requisitos, la nueva normativa obliga a que los edificios construidos bajo su aplicación cuenten con fuentes de energía renovables para la obtención de electricidad y agua caliente. Aunque la domótica no es obligatoria en las construcciones, colabora con el fin del CTE de conseguir edificios más eficientes desde el punto de vista energético, disminuyendo el consumo de energía.

ICT**Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones**

Aprobado por el RD 401/2003 de 4 de abril, exige dotar a los edificios de las instalaciones suficientes para televisión, telefonía y telecomunicaciones. Facilita la adaptación a servicios de futura implantación y establece las especificaciones técnicas para el interior de los edificios que garanticen el acceso a los servicios de telecomunicaciones.

REBT**Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias**

Aprobado por el RD 842/2002 de 2 de agosto, es el documento legal que regula las instalaciones de baja tensión. Son aplicables todos los artículos e instrucciones técnicas complementarias de este reglamento en cuanto a la electrificación de la vivienda. Las instrucciones técnicas complementarias que hacen referencia directa a los circuitos o sistemas domóticos se especifican a continuación [06]:

REBT [ITC-BT-25]***Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características***

Esta instrucción define las características eléctricas de los circuitos interiores en las viviendas, incluyendo el circuito de alimentación de los sistemas de automatización. Las indicaciones propias de este circuito son las siguientes:

Apartado 2: Circuitos interiores

2.2: Previsión para instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad: En el caso de instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, que se desarrolla en la ITC-BT-51, la alimentación a los dispositivos de control y mando centralizado de los sistemas electrónicos se hará mediante un interruptor automático de corte omnipolar con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos que se podrá situar aguas arriba de cualquier interruptor diferencial, siempre que su alimentación se realice a través de una fuente de muy baja tensión de seguridad o muy baja tensión de protección.

2.3: Derivaciones: Los tipos de circuitos independientes estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

2.3.2. Electrificación elevada: El circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste se denominará "C₁₁".

Apartado 3: Características eléctricas de los circuitos

Las características eléctricas de todos los circuitos de la vivienda se detallan en este punto. En la Tabla 4.2 se han extractado las características de los circuitos domóticos. La tensión considerada para estas especificaciones es de 230 V entre fase y neutro.

Circuito de utilización	C ₁₁ Automatización
Potencia máxima permisible	2.300 W
Interruptor Automático	10 A
Sección mínima de los conductores	1,5 mm ²
Diámetro externo del tubo o conducto	16 mm

Tabla 4. 2 - Características eléctricas del circuito de automatización según el REBT

REBT [ITC-BT 51]

Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios

Esta instrucción establece los requisitos específicos de instalación de los sistemas domóticos. Por la importancia que presenta esta parte del reglamento para su aplicación sobre instalaciones de este tipo, a continuación se extraerán sus capítulos más importantes:

Apartado 1: Campo de aplicación

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, excluyendo a aquellos sistemas que pueden ser considerados en su conjunto como aparatos, las instalaciones de redes comunes en el interior de edificios y la instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones a los que se refiere el Reglamento ICT, a menos que formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de las viviendas o edificios.

Apartado 2: Terminología

Sistemas de automatización, gestión de la energía y seguridad para viviendas y edificios: Son aquellos sistemas capaces de recoger la información proveniente de unas entradas (sensores o mandos) procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas, con el objetivo de conseguir comodidad, gestión de la energía y las comunicaciones y la protección de personas animales o bienes.

- **Nodo:** Unidades del sistema capaces de recibir y procesar información y comunicarse cuando sea necesario con otros nodos dentro del mismo sistema.
- **Actuador:** Dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del sistema.

- *Dispositivo de entrada: Dispositivo que envía información al nodo.*
- *Sistemas centralizados: Sistema en el que todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.*
- *Sistema descentralizado: Sistema en el que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.*

Apartado 3: Tipos de sistemas

Se clasifican en los siguientes grupos:

Sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la línea eléctrica de baja tensión.

Sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función.

Sistemas que usan señales radiadas.

Una instalación domótica puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del mismo. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos.

Apartado 4: Requisitos generales de la instalación

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada deben cumplir los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional, tanto si el producto está integrado o no en otro aparato.

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada del sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación. Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto o memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04 (documentación y puesta en servicio de las instalaciones).

Toda instalación domótica nueva, modificada o ampliada deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.

En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas armonizadas aplicables y en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.

Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada esté realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.

Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

Apartado 5: Condiciones particulares de instalación

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares:

5.1 Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión: los nodos que inyectan en la instalación de baja tensión señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50065-1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

5.2 Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función: cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a la de los cables del circuito de baja tensión adyacente. Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189-2.

5.3 Requisitos para sistemas que usan señales radiadas: adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de ordenación de las Telecomunicaciones”.

4.2 El entorno normativo

Se consideran como normas los documentos editados por un organismo de normalización reconocido, de aplicación voluntaria, basados en la experiencia y la evolución tecnológica y accesibles al público, cuya finalidad es la de servir de herramienta para un correcto desarrollo industrial y comercial [07]. Toda norma publicada debe cumplir la legislación vigente.

Los Organismos de Normalización existentes en la actualidad que afectan a los sistemas de automatización son los siguientes:

<u>Ámbito Internacional:</u>	<u>Ámbito Europeo:</u>	<u>Ámbito Nacional:</u>
De competencias generales: ISO	De competencias generales: CEN	AENOR
De competencias Eléctricas: IEC	De competencias Eléctricas: CENELEC	
De competencias en Telecomunicación: ITU	De competencias en Telecomunicación: ETSI	

A continuación se enumeran las normas aplicables a los sistemas domóticos de control y gestión técnica de edificios y viviendas:

Serie de Normas UNE - EN 50090

Requisitos técnicos generales para sistemas electrónicos en viviendas y edificios (HBES)

Se definen los requisitos técnicos generales de los sistemas electrónicos de automatización, conocidos internacionalmente por sus siglas en inglés, HBES.

Están incluidas en la lista de normas armonizadas que otorgan presunción de conformidad con los requisitos esenciales establecidos en la Directiva de Compatibilidad Electromagnética y en la Directiva de Baja Tensión. Establecen los requisitos de compatibilidad electromagnética y de seguridad que son aplicables a componentes y subsistemas de la red de control de sistemas domóticos.

En esta serie de normas se detallan aspectos técnicos tales como:

- Generalidades del sistema. Arquitectura.
- Supervisión general del sistema. Requisitos técnicos generales.
- Aspectos de la aplicación: proceso usuario.
- Evaluación de la conformidad de los productos.

El contenido no será de obligado cumplimiento a nivel de implementación hasta que aparezca en el REBT, haciéndose referencia actualmente a la norma *EN 50090-2* en la Guía de Aplicación del citado reglamento. Sin embargo, sí es de obligado cumplimiento para los fabricantes del producto, que además de cumplirla en su apartado *EN 50090-2-2*, deben respetar la norma *ISO 9000:1* de verificación de calidad, así como la certificación *Konnex*.

Normas que conforman esta serie:

- UNE - EN 50090 - 1: Estructura de normalización.
- UNE - EN 50090 - 2: Visión general del sistema.
- UNE - EN 50090 - 3: Aspectos de aplicación.
- UNE - EN 50090 - 4: Capas independientes del medio.
- UNE - EN 50090 - 5: Medio y capas dependientes del medio.
- UNE - EN 50090 - 6: Interfaces.
- UNE - EN 50090 - 7: Gestión del sistema.
- UNE - EN 50090 - 8: Evaluación de conformidad de los productos.
- UNE - EN 50090 - 9: Requisitos de instalación.

Serie de Normas EN/ISO 16484

Sistemas de automatización y control de edificios (BACS)

Se definen los requisitos técnicos generales de los sistemas de automatización y control de edificios, conocidos internacionalmente por sus siglas en inglés, BACS.

Contenido de la norma:

- EN/ISO 16484 - 1: Generalidades y vocabulario
- EN/ISO 16484 - 2: Soporte físico
- EN/ISO 16484 - 3: Funciones
- EN/ISO 16484 - 4: Aplicaciones
- EN/ISO 16484 - 5: Protocolo de comunicación de datos
- EN/ISO 16484 - 6: Comunicación de datos. Ensayos de conformidad
- EN/ISO 16484 - 7: Especificación e implementación del proyecto

Serie de Normas EN 50065**Requerimientos para Comunicación por Corrientes Portadoras**

Normativa europea que regula la transmisión de señales por red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Por su escasa relación con el ámbito de aplicación del proyecto no será ampliada.

Serie de Normas EN 50491 *(En periodo de desarrollo)***Requisitos generales para sistemas electrónicos en viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS)**

Esta serie de normas se encuentra en desarrollo dentro del organismo europeo de normalización eléctrica (CENELEC). Su contenido establecerá los requisitos generales que cualquier sistema domótico debe cumplir, independientemente del protocolo de comunicación usado, en lo que respecta a seguridad eléctrica y funcional, compatibilidad electromagnética, condiciones medioambientales e instalación.

Norma EA 0026:2006**Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación**

Esta norma fue publicada por AENOR en el año 2006, con el objetivo de facilitar la certificación de las instalaciones domóticas en España. Ha sido preparada por el Subcomité SC205 perteneciente al Comité Técnico AEN/CTN202 de AENOR.

En su contenido se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones de sistemas domóticos para su correcto funcionamiento y evaluación.

Esta especificación adquiere una especial relevancia, dado que respecto de ella se ha realizado una iniciativa para la certificación de instalaciones domóticas llevada a cabo conjuntamente por AENOR y la Asociación Española de Domótica (CEDOM), que consiste en una tabla de niveles para conocer las funcionalidades cubiertas del sistema y el nivel de domotización deseado.

La norma EA 0026 y la tabla de niveles de domotización son la base para la certificación de instalaciones domóticas. A través de dicha certificación, ampliada en el siguiente apartado, se asegura al cliente el cumplimiento con los requisitos de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, así como con un nivel de domotización determinado.

4.3 Certificación domótica: recomendación de niveles domóticos

La certificación de instalaciones domóticas respecto de la norma EA0026:2006 es una iniciativa reciente que se encuentra en pleno proceso de desarrollo y que se incluye en este capítulo por la presumible importancia que alcanzará en un futuro en el ámbito de la automatización de viviendas y edificios.

Se trata de una herramienta para asistir a los prescriptores, fabricantes, promotores, instaladores y usuarios en la fase de diseño de una instalación domótica, mediante la definición del nivel de domotización para la vivienda. Esta herramienta se basa en una tabla de puntuaciones para conocer las funcionalidades cubiertas del sistema y el nivel de domotización deseado.

La “Tabla de niveles domóticos” (Tabla 4.3) se basa por tanto en un sistema de puntos que se establecen en función de lo que permita o no permita realizar el sistema domótico.

Las diversas aplicaciones se estructuran en subtablas, en las cuales se define el número de dispositivos necesarios o la condición a cumplir por éstos para cada función. La última columna es la de referencia, en la que se indica la puntuación aplicable en cada caso. La suma total de estas puntuaciones será la que defina finalmente el grado de domotización (o nivel domótico) de la instalación.

Se entiende, en conclusión, por nivel domótico, el nivel asignado a una instalación automatizada como resultado de la ponderación de los dispositivos existentes en la misma y las aplicaciones domóticas cubiertas.

Se han definido tres niveles basándose en el principio de alcanzar un nivel considerado mínimo (Nivel 1), uno superior considerado intermedio (Nivel 2) y finalmente, el considerado como excelente (Nivel 3).

La “Tabla de niveles domóticos” a continuación expuesta, se puede encontrar en diversas páginas web relacionadas con el ámbito de la domótica, siendo oficial la localizada en la página web del CEDOM [08].

Alarmas de intrusión

Detectores de presencia	Dos	1 punto
	Uno cada 20 m ²	2 puntos
	Uno por estancia	3 puntos
Teclado codificado, llave electrónica o equivalente	Uno	1 punto
Sirena interior	No	-
	Si	1 punto
Contactos de ventanas y/o impactos	En puntos de acceso	1 punto
	En todas las ventanas	2 puntos
Sistemas de mantenimiento de alimentación en caso de fallo de suministro eléctrico	No	-
	Si	2 puntos
Controles que permitan conocer si realmente existe un intruso (cámaras, módulos de escucha, etc.)	No	-
	Si	3 puntos
Sistema conectable con central de alarmas	No	-
	Si	3 puntos

Alarmas técnicas

Detectores de inundación en zonas húmedas	Los necesarios	1 punto
Electroválvula de corte de agua	Las necesarias	1 punto
Detectores de gas butano y/o natural	Los necesarios	1 punto
Electroválvula de corte de gas	Las necesarias	1 punto
Detector de incendios	Uno en la cocina	1 punto
	Uno cada 30 m ²	2 puntos
	En todas las estancias	3 puntos

Simulación de presencia

No	-
Relacionada con las persianas motorizadas o los puntos de luz	2 puntos
Relacionada con las persianas motorizadas y los puntos de luz	3 puntos

Videoportero

No	-
Si	1 punto

Motorización y control de persianas

En todas las de superficie superior a 2 m ²	1 punto
En todas	2 puntos

Control de iluminación

Regulación lumínica con control de escenas	No	-
	En zonas de ocio	2 puntos
	En salón y dormitorios	3 puntos
En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario astronómico	No	-
	Si	2 puntos
Conexión/desconexión general de iluminación	Un acceso	1 punto
	Todos los accesos	2 puntos
Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	No	-
	50% puntos de luz	2 puntos
	80% puntos de luz	3 puntos
	20% tomas de corriente	

Control del clima

Cronotermostato	Uno en el salón	1 punto
	Zonificando la vivienda en un mínimo de dos zonas	2 puntos
	Zonificando la vivienda por estancias	3 puntos

Programaciones

Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	No	-
	Si	2 puntos
Gestor energético	No	-
	Si	2 puntos

Interfaz de usuario

Consola o equivalente	No	-
	Si	2 puntos
Control telefónico bidireccional	Si	1 punto
	Interacción mediante SMS	2 puntos
Equipo para control a través de Internet o equivalente	No	-
	Si	3 puntos

Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación

Uno	1 punto
Dos	2 puntos
Tres o más	3 puntos

Red Multimedia

Tomas satélite y tomas multimedia	No	-
	3 SAT + 3 multimedia	2 puntos
	3 SAT + 1 multimedia en cada estancia	3 puntos
Punto de acceso inalámbrico	No	-
	Wifi	1 punto

Tabla 4. 3 - Niveles domóticos para la certificación de instalaciones domóticas

Aclaraciones: En la tabla anterior, se entiende por “los necesarios” el mínimo número de dispositivos que hacen posible la aplicación domótica siempre cuando exista la correspondiente instalación.

Niveles de domotización:

Además de la puntuación total alcanzada, para conocer el nivel de domotización de la instalación evaluada también se debe tener en cuenta el número de aplicaciones domóticas cubiertas. Deben contabilizarse, por tanto, el número de aplicaciones (subtablas) en las que se ha obtenido una puntuación distinta de cero.

Los posibles niveles de domotización en función de las puntuaciones son los siguientes:

- *NIVEL 1:* Son instalaciones con un nivel mínimo de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La suma de las puntuaciones de los dispositivos incluidos en la instalación debe ser como mínimo de 13, siempre que a su vez se cubran al menos 3 aplicaciones domóticas.
- *NIVEL 2:* Son instalaciones con un nivel medio de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La suma de las puntuaciones de los dispositivos incluidos en la instalación debe ser como mínimo de 30, siempre que a su vez se cubran al menos 3 aplicaciones domóticas.
- *NIVEL 3:* Son instalaciones con un nivel alto de dispositivos y/o aplicaciones domóticas. La suma de las puntuaciones de los dispositivos incluidos en la instalación debe ser como mínimo de 45, siempre que a su vez se cubran al menos 6 aplicaciones domóticas.

Conclusión:

La certificación de instalaciones pretende ser un punto de inflexión para la introducción de la domótica en la nueva construcción.

Gracias a este proyecto, cualquier empresa instaladora podrá certificar las instalaciones domóticas que realice generando la confianza que proporciona la certificación independiente por una tercera parte. Los usuarios también podrán tener la certeza de que la vivienda que adquieren dispone de un sistema domótico acorde con lo especificado en la memoria de calidades y con una serie de servicios que aseguren la correcta instalación, el buen funcionamiento y un mantenimiento adecuado del sistema domótico de la vivienda.

Bloque II

Domótica aplicada:
VIVIENDA ADAPTADA PARA DISCAPACITADOS

Capítulo 5

TIPOS DE DISCAPACIDAD. ENFOQUE DEL PROYECTO

La discapacidad es un concepto que ha sido percibido de manera diferente a lo largo de la historia. Actualmente existen dos modelos de estudio de la discapacidad en sí: el modelo social y el modelo médico.

- Modelo médico de la discapacidad: Esta visión (la única concebida a lo largo del siglo pasado), está relacionada con una condición o función que se consideraba deteriorada respecto del estándar general de un individuo o de su grupo. El término hacía referencia a un modelo donde los discapacitados eran considerados “pacientes” que debían ser curados o puestos bajo tratamiento médico.
- Modelo social de la discapacidad: Esta nueva y más reciente perspectiva (que ha desplazado al modelo anterior) introduce el estudio de la interacción entre una persona con discapacidad y su ambiente. Una persona discapacitada es ahora vista como un individuo que requiere de una serie de ayudas técnicas para el devenir cotidiano, entendiéndose como discapacidad a las actitudes o barreras que la sociedad levanta a su alrededor.

Aunque son prácticamente opuestos, ambos modelos coinciden en que los servicios y las oportunidades sociales deben ser lo más accesibles posible para todas las personas afectadas. Uno de los retos sociales de mayor relevancia en los países desarrollados es la atención adecuada a las personas discapacitadas y el hecho de procurar promocionar la autonomía personal y la calidad de vida de un grupo social que cada vez adquiere mayor protagonismo.

5.1 Discapacidad y dependencia

Se puede definir la discapacidad como la dificultad para desempeñar papeles y actividades socialmente aceptadas, habituales para las personas de similar edad y condición sociocultural. En este sentido, como se ha explicado, no es únicamente un concepto médico, sino más bien social. Por tanto, el término discapacidad no es inherente a la persona, no está determinado exclusivamente por factores biomédicos, si no que consiste en un conjunto de factores que sumados a los médicos conducen a una limitación para desarrollar actividades cotidianas.

Antes de comenzar a exponer las principales ideas sobre discapacidad, es necesario acudir al término “dependencia” y entender su significado. De forma muy general, puede definirse este concepto como aquella situación de una persona que no puede valerse por sí misma, requiriendo ayudas, soportes o cuidados externos prolongados para realizar los actos esenciales de la vida cotidiana.

Esta necesidad de asistencia y/o cuidados ha existido siempre, lo que ha cambiado es su dimensión. En el caso de España, los cambios demográficos y sociales están propiciando un aumento de la población en situación de dependencia. Por un lado la población de más de 65 años se ha duplicado en los últimos 30 años, aumentando considerablemente el número de ciudadanos mayores de 80 años [09]. Por otro lado, existen otros factores que están propiciando el aumento de los colectivos dependientes: las discapacidades más comunes se

producen por razones de enfermedad, incremento de las tasas de supervivencia de algunas enfermedades crónicas, alteraciones congénitas y siniestralidades laborales y viales.

Las personas en situación de dependencia requieren una intervención continuada, aunque no necesariamente permanente. La atención de la dependencia se enmarca en el ámbito de la prestación de servicios de bienestar social, con una estrecha relación con el ámbito sanitario. Estos servicios pueden ser ofrecidos por la intervención de otras personas o por el uso de diversas ayudas técnicas tales como muletas, andadores, sillas de ruedas, sistemas de alarma para minimizar riesgos, instalación de rampas y barandillas, tecnologías de asistencia remota, etc. Cuanto mayor es el nivel de implantación de estas ayudas técnicas en la vida de una persona con limitaciones funcionales, menos es la necesidad de contar con los servicios de terceras personas. Este hecho, dota al discapacitado de una mayor autonomía a la hora de realizar sus actividades cotidianas y no sólo eso, si no que aumenta su calidad de vida al sentirse autosuficiente y tener más intimidad.

La inserción de las adecuadas ayudas técnicas es, por tanto, fundamental para las personas discapacitadas en su vida diaria. Hasta hace pocos años, estas ayudas se basaban en elementos estáticos cuya misión era la de servir como elemento de asistencia al discapacitado en función de su tipo de limitación. Gracias a las tecnologías modernas, estos elementos se han ido modernizando, encontrándonos cada vez con dispositivos más dinámicos, que aparte de ofrecer asistencia al usuario, lo hacen de manera más eficiente, consiguiendo que las personas discapacitadas sean cada vez menos dependientes.

Es evidente la relación inversamente proporcional entre las ayudas técnicas y tecnológicas y la dependencia, es decir, a mayor nivel de implantación tecnológico, menor necesidad de contar con personal de asistencia al discapacitado. Esto ha motivado uno de los objetivos fundamentales del proyecto, puesto que puede considerarse que el último peldaño en la evolución de asistencia tecnológica es la creación de un sistema domótico en el hogar, creando un entorno inteligente y adaptado a este tipo de usuarios.

5.1.1 Vivienda adaptada para discapacitados

Debe considerarse que el problema de la discapacidad no reside en la propia persona con discapacidad, sino en la existencia de un entorno discapacitante, es decir, en la existencia de barreras arquitectónicas, urbanísticas, en los transportes, en las comunicaciones y en general, en el acceso a dispositivos técnicos diseñados para un consumidor medio con amplias capacidades y habilidades. Estas tecnologías juegan un papel muy importante en la mejora de la autonomía personal y la independencia de las personas con algún tipo de discapacidad o limitación funcional.

Una vivienda adaptada es aquella que responde a las necesidades de sus moradores, en función de su tipo de discapacidad o diversidad funcional. Se trata de hogares diseñados para todos, ya se trate de una familia, una pareja o una sola persona. El espacio habitable debe estar preparado para las necesidades cambiantes a lo largo de la vida.

Por tanto, la creación de una vivienda completamente automatizada y adaptada a personas con necesidades especiales mediante un sistema domótico, otorga a sus usuarios una mayor autonomía a la hora de desarrollar su vida cotidiana, disminuyendo su nivel de dependencia en el entorno doméstico y aumentando su calidad de vida.

5.2 Situación actual

Se estima que alrededor del 10% de la población mundial (650 millones de personas aproximadamente), vive con algún tipo de discapacidad, constituyendo la mayor minoría del mundo. Esta cifra está aumentando considerablemente debido al crecimiento de la población, los avances de la medicina y el proceso de envejecimiento [09].

El 80% de las personas con discapacidad vive en países en desarrollo, pero a pesar de este hecho no existen documentos ni estadísticas fiables sobre discapacidades a nivel mundial. Cada país elabora sus propios informes y estudios acerca de las personas en situación de dependencia, por lo que el balance sobre la situación actual aquí expuesto se centrará en la población discapacitada que reside en España.

5.2.1 La discapacidad en la población española

El posterior análisis de la discapacidad en la población española, se basa en un estudio realizado por el CSIC en consonancia con la encuesta sobre discapacidades, autonomía personal y situaciones de dependencia elaborada en 2008 por el INE. Los datos expuestos reflejan las discapacidades graves y duraderas que tengan su origen en una deficiencia o en un proceso degenerativo propio de la edad [10], [11].

Del total de ciudadanos que constituían la población española en el momento de la encuesta, 3.528.222 declararon tener algún tipo de discapacidad o limitación, es decir, algo menos de un 9 % de la misma. En la Imagen 5.1 se muestra el gráfico que refleja la situación de las personas discapacitadas en nuestro país.

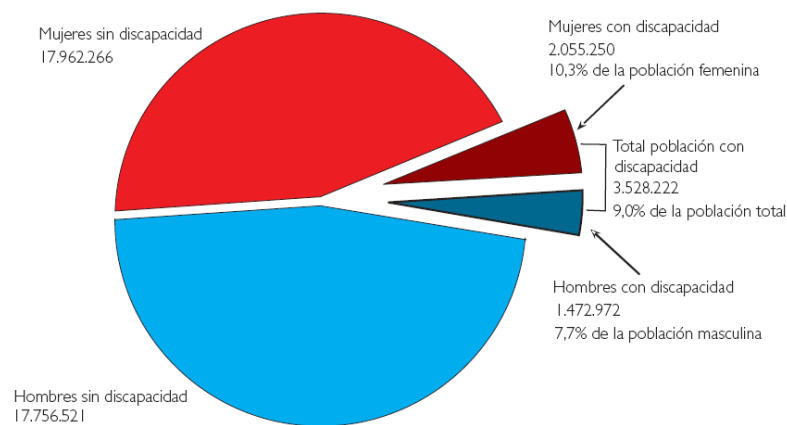


Imagen 5. 1 - La discapacidad en España, [10]

Como puede deducirse del gráfico anterior, la discapacidad está asociada estrechamente con el sexo: las tasas femeninas de discapacidad son mayores que las masculinas, lo que indica que las mujeres sufren más de enfermedades discapacitantes no letales que los hombres. Pero a pesar de que el sexo influye en las tasas de discapacidad, el factor más relevante en cuanto a su relación directa con esta situación es otro: **la edad**.

Las personas con discapacidad tienen una edad media más elevada que el resto de la población, de hecho, la mayor parte de las personas con algún tipo de discapacidad son

personas de edades avanzadas. Si se analizan las tasas de discapacidad en función de los grupos de edad se obtienen los siguientes resultados [11].

- Las personas afectadas de avanzada edad (con 65 o más años) representan un 58,8% del total, lo que supone 2.072.652 de discapacitados.
- Las personas discapacitadas con edades comprendidas entre 45 y 64 años (adultos maduros) representan un 23,1% del total, alcanzándose la cifra de 818.213 personas afectadas en este rango.
- El 18,1% restante está compuesto por adultos de corta edad, jóvenes y niños.

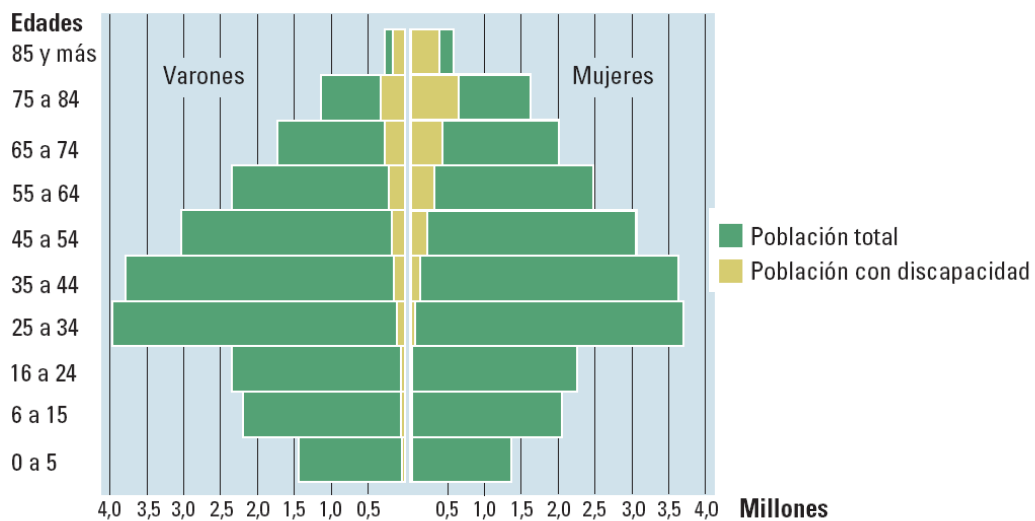


Imagen 5. 2 - Pirámide de población con discapacidad por sexo y edad, [11]

Las tasas de discapacidad en función de la edad y del sexo pueden apreciarse de un modo más riguroso en la Imagen 5.2. Analizando este gráfico, se verifica la estrecha relación entre las tasas de discapacidad y el aumento de la edad: a partir de los 65 años, el número de discapacitados crece fuertemente hasta alcanzar a más de la mitad de la población con 85 y más años. Conforme más mayor se va haciendo una persona, más posibilidades tiene de sufrir algún tipo de discapacidad, puesto que cada vez va siendo expuesta a nuevos riesgos y problemas que pueden afectar a sus condiciones de salud (accidentes, enfermedades comunes y de tipo degenerativo, trastornos, etc.).

Nota: Tras exponer la situación de la discapacidad en la población española, resulta necesario hacer una pequeña aclaración en relación con el ámbito de aplicación del proyecto [11]. Sin entrar en distinciones sobre los diversos tipos de discapacidades (puesto que se realiza en el siguiente apartado), cabe destacar:

- La discapacidad más habitual en la población española es la limitación de la movilidad.
El 67,2% de los discapacitados presentan limitaciones para moverse o trasladar objetos, el 55,3% tienen problemas relacionados con las tareas domésticas y el 48,4% con las tareas del cuidado e higiene personal.
- La deficiencia más frecuente en la población española es la osteoarticular.
Debido a problemas en huesos y articulaciones, el 42,0% de las personas presentan discapacidades relacionadas con limitaciones motrices.

5.3 Clasificación de las discapacidades

Realizar una clasificación completa de las discapacidades es un proceso complejo, puesto que el campo de la dependencia es muy amplio, y debido a esto existen numerosos estudios y estadísticas al respecto que realizan clasificaciones más o menos específicas desarrolladas bajo diversos puntos de vista.

Un análisis de este tipo debe ser realizado de tal modo que conjunte tanto las descripciones coloquiales como las técnicas referidas a deficiencias y discapacidades, buscando clasificarlas según el órgano, función o área del cuerpo afectada o donde se manifiesta la limitación.

En la Tabla 5.1 se expone una clasificación basada en diversas elaboraciones estadísticas y proyectos presentados por la Organización Mundial de la Salud y el Instituto Nacional de Estadística [09], [11], así como en otros estudios de opinión de menor importancia [12], resumiéndolos y adaptándolos a las características y necesidades de este proyecto, que no pretende ser demasiado específico a este respecto.

Tipos de discapacidad	Limitación funcional
Discapacidad sensorial	Afectación de los sentidos
Discapacidad mental	Limitaciones intelectuales
Discapacidad físico-motriz	Problemas de movilidad

Tabla 5. 1 - Clasificación de las discapacidades

A continuación se realiza una descripción básica de cada uno de los grupos mencionados en la tabla anterior, para finalmente centrar el estudio: se hará especial hincapié en el grupo de las discapacidades físicas por su importancia y relación con el desarrollo de los apartados posteriores.

Discapacidad sensorial:

Las discapacidades sensoriales y de la comunicación incluyen deficiencias y discapacidades oculares, auditivas y del habla, es decir, este grupo comprende todas las discapacidades para ver, oír y hablar.

El grupo, por tanto, se conforma de cuatro subgrupos:

- Discapacidades para ver.
- Discapacidades para oír.
- Discapacidades para hablar.
- Discapacidades de la comunicación y comprensión del lenguaje.

Discapacidad mental:

Se considera que una persona tiene discapacidad mental cuando presenta “problemas adaptativos”. Este tipo de discapacidades incluye las deficiencias psíquicas, intelectuales y conductuales que representan restricciones en el aprendizaje y el modo de vida, por lo que la persona no puede relacionarse con su entorno y tiene limitaciones en el desempeño de sus

actividades, es decir, en este grupo se incluye a las personas que presentan discapacidades para aprender y para comportarse, tanto en actividades de la vida diaria como en su relación con otras personas.

El grupo, por tanto, se conforma de tres subgrupos:

- Discapacidades intelectuales.
- Discapacidades psíquicas.
- Discapacidades conductuales.

Discapacidad físico-motriz:

La discapacidad física conforma en realidad un grupo que engloba todas las limitaciones referidas a la movilidad. Se incluyen deficiencias y discapacidades para caminar, manipular objetos y coordinar movimientos, así como para utilizar brazos y manos. Estas discapacidades implican en la mayoría de los casos la intervención de una tercera persona o de alguna ayuda técnica para realizar actividades de la vida cotidiana.

En este grupo pueden incluirse tres subgrupos:

- Discapacidades debidas a procesos degenerativos de la edad.
- Discapacidades de las extremidades inferiores (paraplejia).
- Discapacidades de las extremidades superiores, tronco o cuello (tetraplejia).

Por la especial relevancia que presenta este grupo para el posterior desarrollo del proyecto, a continuación se ampliará la información referente a los tres subgrupos mencionados, siendo descritos con mayor detalle y precisión.

5.4 Enfoque del proyecto: discapacidades físico-motrices

Dado que no es sencillo realizar un estudio sobre una realidad tan diversa como es el de las personas discapacitadas, resulta necesario centrarse en un grupo que presente rasgos comunes con respecto a sus limitaciones funcionales. El grupo elegido para la posterior aplicación práctica del presente proyecto ha sido el de las personas con discapacidades físico-motrices, entre otros motivos por el gran número de personas que presentan este tipo de limitación funcional. Destacando algunos datos que ya han sido expuestos:

- La OMS estima que aproximadamente, 500 millones de personas en el mundo tienen dificultades motrices [09].
- La discapacidad más habitual en la población española es la limitación de la movilidad, representando a un 67,2% del total [11].

Los tipos de limitaciones funcionales contempladas en el estudio, serán por tanto las derivadas de discapacidades físico-motrices que impliquen como consecuencia algún tipo de reducción de la movilidad, en mayor o menor grado.

Éstas se clasificarán para su mejor comprensión en: limitaciones debidas a procesos degenerativos propios de la edad (envejecimiento) y limitaciones producidas por lesiones en la médula espinal (paraplejia y tetraplejia).

5.4.1 Discapacidades producidas por procesos asociados al envejecimiento

El término “tercera edad” hace referencia a individuos cuya edad supera normalmente los 65 años. Actualmente, este grupo de edad está creciendo en la pirámide de población, ya que la esperanza de vida en el primer mundo aumenta debido a una constante mejora de la calidad de vida. Durante el envejecimiento, la disminución del rendimiento del sistema locomotriz es de magnitud significativa. Las características de esa involución motora son las siguientes:

- Disminución de la necesidad de movimientos del hombre en las edades avanzadas.
- Realización de movimientos de una forma medida, lenta y contenida.
- Movimientos estereotipados e inflexibles, así como la pérdida de la capacidad para realizar combinaciones de movimientos simultáneos.
- Pérdida de fluidez en los movimientos cotidianos.

Las enfermedades y procesos degenerativos asociados a los ciudadanos de la tercera edad son numerosos y no todos derivan en limitaciones de la movilidad. En la Imagen 5.3 se muestra un esquema de los procesos de discapacidad asociados al envejecimiento.

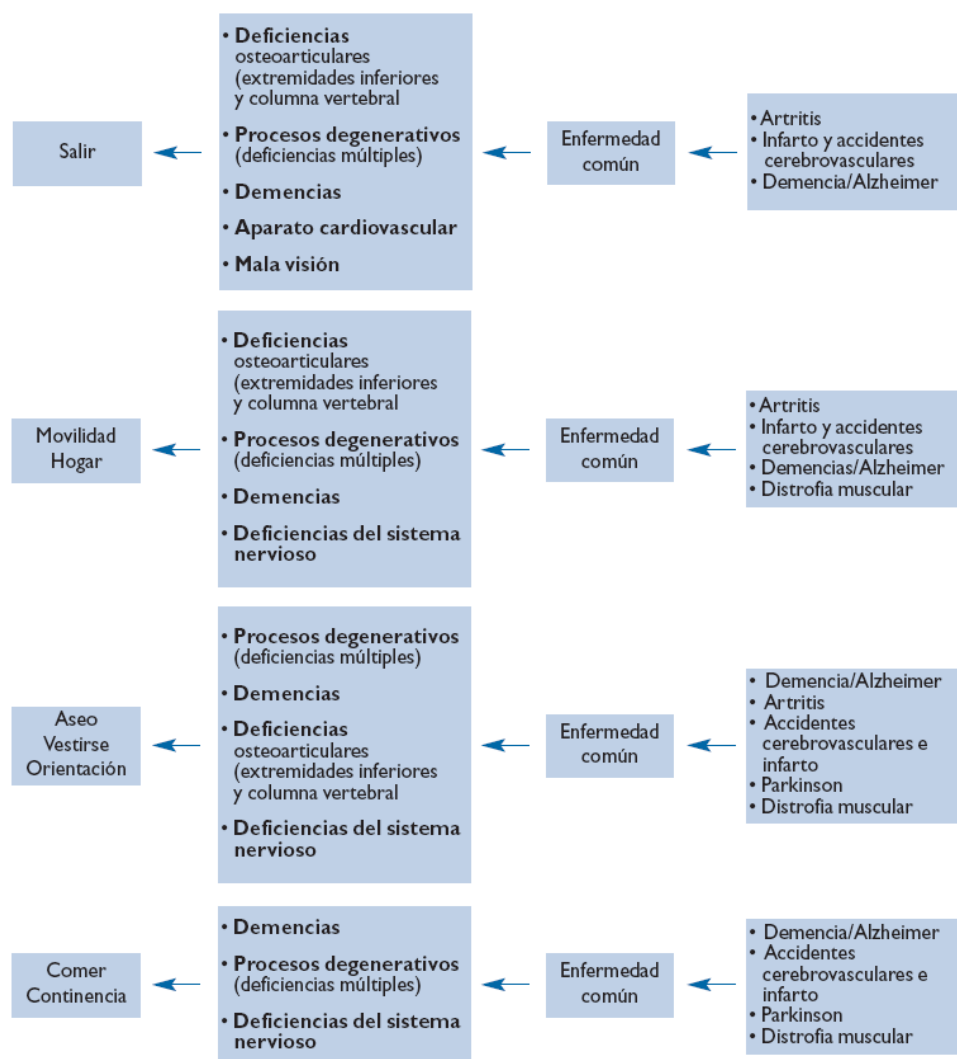


Imagen 5.3 - Procesos de discapacidad propios del envejecimiento, [10]

La columna de la izquierda muestra el ámbito de la limitación, las dos columnas de la derecha las enfermedades asociadas y la columna central los tipos de discapacidad o limitaciones derivadas de estas enfermedades.

Siguiendo la línea de estudio centrada en la disminución del rendimiento del sistema locomotriz, de todos los procesos recogidos en la imagen anterior sólo se realizará la descripción de las deficiencias osteoarticulares más importantes que derivan en problemas de movilidad. Éstas son:

- Artrosis: Enfermedad producida por el desgaste del cartílago, tejido que favorece el movimiento de la articulación. Es la causa más frecuente de afectación articular en personas de la tercera edad, produciendo cambios degenerativos en las articulaciones que avanzan progresivamente.
- Artritis: Inflamación de una articulación, caracterizada por dolor, limitación de movimientos, hinchazón de las articulaciones y calor local.
- Osteoartritis: Enfermedad de las articulaciones o coyunturas entre éstas que afecta principalmente al cartílago. Con la osteoartritis, las partes de los huesos que antes estaban cubiertas por el cartílago empiezan a rozarse una contra otra. La fricción causa dolor, hinchazón y limitación o pérdida de movimiento en la articulación.
- Artritis reumatoide: Enfermedad sistémica autoinmune, caracterizada por provocar inflamación en las articulaciones, lo que produce una destrucción progresiva con distintos grados de deformidad e incapacidad funcional.
- Parkinson: Enfermedad degenerativa del sistema nervioso que provoca la disfunción de los circuitos neuronales relacionados con el control de los movimientos corporales. Los síntomas más típicos de la enfermedad son la lentitud de los movimientos voluntarios o ausencia de movimiento, la rigidez muscular y el temblor.
- Distrofia muscular: La distrofia muscular se refiere a un grupo de más de treinta enfermedades hereditarias que causan debilidad y pérdida de la masa muscular. Las distintas distrofias musculares varían en cuanto a quienes afectan y a los síntomas, pero todas empeoran a medida que la edad de la persona afectada se incrementa, ya que los músculos se debilitan. La mayoría de las personas con distrofia muscular tarde o temprano pierden la capacidad de caminar.

5.4.2 Discapacidades producidas por lesiones en la médula espinal

La médula espinal es un haz de nervios que transporta los mensajes entre el encéfalo y el resto del cuerpo. Las lesiones agudas de la médula espinal se deben a una lesión traumática que produce como resultado una magulladura, un desgarro parcial o un desgarro completo en la médula espinal.

Las lesiones agudas de la médula espinal producen la disminución o ausencia de la movilidad, la sensibilidad y las pérdidas de todas las funciones de los órganos del cuerpo por debajo del nivel de la lesión.

Los lugares más frecuentes de lesión son las áreas cervical y dorsal. Estas lesiones son una causa frecuente de discapacidad permanente tanto en los niños como en los adultos [13].

Anatomía de la columna vertebral:

La columna vertebral (Imagen 5.4) está formada por 33 vértebras, que son las siguientes:

- 7 cervicales
(Situadas en el cuello)
- 12 dorsales
(Situadas en la parte superior de la espalda)
- 5 lumbares
(Situadas en la parte inferior de la espalda)
- 5 sacras
(En el sacro, situado en la pelvis)
- 4 coxígeas
(En el coxis, situado en la pelvis)

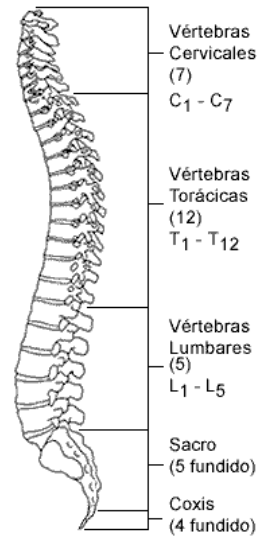


Imagen 5. 4 - Esquema de la columna vertebral, [13]

Al alcanzar la edad adulta, las 5 vértebras sacras y las 4 coxígeas se fusionan hasta formar un solo hueso.

Generalmente, cuanto más alta sea la zona de la médula espinal en la que se produce la lesión, más discapacitada quedará la persona, es decir, el grado de movilidad es inversamente proporcional a la altura de la lesión.

En la Tabla 5.2 se detalla el deterioro ocasionado en función de la zona de la columna vertebral que se ha visto afectada.

Tipos de lesiones de la médula espinal:

Pueden distinguirse dos tipos principales de lesiones:

- Sección completa: Una sección completa implica que no hay funcionalidad por debajo del nivel de la lesión, ni sensibilidad ni movimiento, y que los dos lados del cuerpo se ven afectados por igual. Las secciones completas se pueden producir en cualquier nivel de la médula espinal.
- Sección incompleta: Una sección incompleta implica que existe alguna funcionalidad por debajo del nivel de la lesión, más movilidad en una extremidad que en la otra, sensaciones en algunas partes del cuerpo o mayor funcionalidad en un lado del cuerpo que en el otro. Las secciones incompletas se pueden producir en cualquier nivel de la médula espinal.

Nota: El ámbito de aplicación del proyecto se centrará únicamente en secciones completas de la médula espinal.

Consecuencias de una lesión aguda de la médula espinal:

Las lesiones agudas de la médula espinal se clasifican en función del tipo de pérdida de funciones motoras y sensoriales del paciente. A continuación se enumeran los principales tipos de discapacidades producidas por estas lesiones:

- Tetraplejia: ausencia de movimiento y de sensibilidad en las cuatro extremidades. Suele producirse como resultado de una lesión en T1 o por encima. La tetraplejia también afecta a los músculos del pecho, por lo que los pacientes con lesiones en C4 o por encima necesitan una máquina para respirar (respirador).
- Paraplejia: supone la pérdida de movilidad y sensibilidad de cintura para abajo. Suele producirse como resultado de una lesión en T1 o por debajo.
- Triplejia: supone la ausencia de movimiento y de sensibilidad en un brazo y ambas piernas y generalmente se produce como resultado de una sección incompleta de la médula.

Nota: Puesto que el enfoque del proyecto comprende fundamentalmente lesiones completas de la médula espinal, el estudio posterior se centrará en discapacidades de los tipos: paraplejia y tetraplejia.

Grados de movilidad en función de la localización de la lesión:

En la Tabla 5.2 se muestra el deterioro causado en función del nivel de la lesión en la médula espinal. La tabla es una referencia genérica, puesto que dichos deterioros pueden variar dependiendo el tipo y la severidad de la lesión [13].

Nivel de la lesión	DETERIORO GENÉRICO (Lesiones completas)	
C2 - C3	Generalmente mortal debido a la incapacidad para respirar.	
C4	Tetraplejia	Dificultad para respirar.
C5		Cierta funcionalidad en el hombro y el codo.
C6		Funcionalidad en el hombro y el codo. Cierta funcionalidad en la muñeca.
C7		Funcionalidad en el hombro, el codo y la muñeca. Cierta funcionalidad en la mano.
T1 - T6	Paraplejia	Pérdida de funcionalidad por debajo de la mitad del pecho. Control total de los brazos.
T6 - T12		Pérdida de funcionalidad por debajo de la cintura. Buen control del torso.
L1 - L5 Sacro		Niveles variables de afectación de los músculos de las piernas.

Tabla 5. 2 - Niveles de afectación en función del nivel de la lesión

A continuación se especifica la movilidad potencial que se conserva en función de los niveles de lesión medular indicados en la tabla anterior, completando así el análisis del ámbito de aplicación del proyecto.

Las imágenes representativas de cada tipo de lesión han sido obtenidas de la página web de la Universidad de Virginia [14], con la intención de facilitar la comprensión de los conceptos descritos. La zona sombreada representa las partes del cuerpo sobre las que se carece de sensibilidad y movilidad.

TETRAPLEJIA. Lesiones en las vértebras cervicales:

Las lesiones medulares cervicales normalmente causan pérdida de funciones en los brazos y piernas, resultando una tetraplejía (Imagen 5.5). A continuación se detallan las limitaciones de movilidad en función del nivel afectado:

- Las lesiones por encima de *C4* pueden llevar a la persona a necesitar un ventilador para ayudarle a respirar. Estas personas serán totalmente dependientes para todos los cuidados.
- Las lesiones a nivel *C5*, a menudo permiten el control de hombros y bíceps, pero no controlan la mano o el puño. Estas personas pueden ser capaces de alimentarse por sí mismas utilizando dispositivos de asistencia. Generalmente pueden respirar sin la ayuda de un respirador, pero pueden necesitar otro tipo de soporte respiratorio.
- Las lesiones a nivel *C6*, permiten el control del puño, pero no la funcionalidad de la mano. Una persona con este tipo de lesión puede ser capaz de empujar una silla de ruedas con cierta dificultad siendo dependiente de otros para trasladarse. Puede ser capaz de ayudar en la alimentación y el aseo y vestirse por sí misma.
- Las personas con lesiones a nivel *C7* pueden estirar los brazos, pero aún se les pueden presentar problemas de destreza en el uso de las manos y dedos. Son capaces de empujar una silla de ruedas, trasladarse por sí mismas y conducir un coche especialmente adaptado. Pueden llegar a colaborar en los programas de intestino y vejiga.

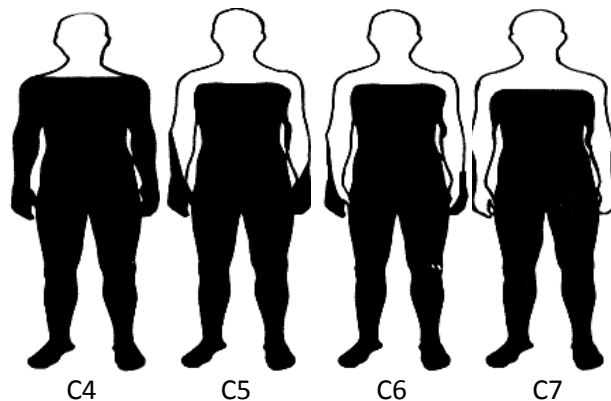


Imagen 5. 5 - Diferentes niveles de tetraplejía, [14]

PARAPLEJIA. Lesiones en las vértebras torácicas, lumbares y en el sacro:

Las lesiones en las regiones torácicas y posteriores generalmente afectan el pecho y las piernas, resultando una paraplejia (Imagen 5.6). A continuación se detallan las limitaciones de movilidad en función del nivel afectado:

- Cuando la lesión es entre *T1* y *T6*, normalmente hay control de brazos y manos, pero un mal control del tronco, como resultado de la carencia o deficiencia de control de los músculos abdominales. Una persona que presente esta lesión será independiente con autocuidados en una silla de ruedas.
- Las lesiones torácicas más bajas, desde *T6* a *T12*, permiten un buen control del tronco y de músculos abdominales y el balance sentado es muy bueno. Estas personas conservan un buen equilibrio al estar sentadas. Poseen gran capacidad para manejar una silla de ruedas y realizar actividades deportivas.
- Las lesiones lumbares (*L1* a *L5*) y *sacras* producen una disminución del control de los flexores de cadera y piernas, causando algunas pérdidas de funciones en dichos miembros. Una persona con una lesión de este tipo puede ser capaz de caminar distancias cortas con aparatos ortopédicos y dispositivos de asistencia.

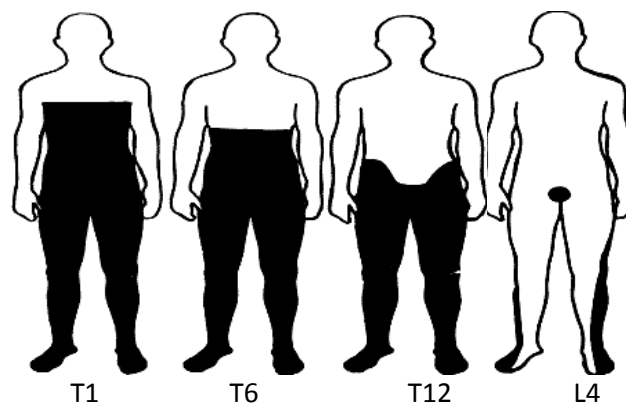


Imagen 5. 6 - Diferentes niveles de paraplejia, [14]

Conclusión:

La domótica y otras ayudas tecnológicas hacen posible que personas con discapacidad, movilidad reducida o diversidad funcional puedan controlar todos los elementos de su vivienda de una forma cómoda y con una mayor calidad de vida.

Conocer la causa de la disfuncionalidad, así como el nivel y consecuencias de la lesión, es extremadamente útil al diagnosticar qué partes del cuerpo fueron afectadas por la parálisis y qué pérdida de funciones se presentaron, de modo que se puedan implantar soluciones basadas en ayudas tecnológicas mucho más eficientes que respondan a las necesidades particulares de cada paciente, incrementando de este modo su autonomía personal.

Capítulo 6

LEGISLACIÓN Y NORMATIVA ESPECÍFICA

Previo al estudio de las posibles implantaciones tecnológicas que cubrirán las necesidades de los usuarios en situación de dependencia en el entorno doméstico, resulta imprescindible dar a conocer la legislación y normativa específica referida al entorno de las discapacidades. Tras este capítulo, que complementa a la normativa y legislación aplicable a instalaciones domóticas detalladas en el *capítulo 4*, queda completado el ámbito de aplicación legal concerniente al proyecto.

La legislación y normativa aplicable a personas discapacitadas es muy extensa y abarca numerosos campos de aplicación, tales como los derechos e igualdad de oportunidades, la no discriminación, la accesibilidad arquitectónica, la accesibilidad a las nuevas tecnologías, las referidas al puesto de trabajo y centros ocupacionales para minusválidos, los vehículos para el transporte de personas con movilidad reducida, etc. En este capítulo se extractarán las normas y leyes más importantes relacionadas con el ámbito de aplicación del proyecto, centrándose en accesibilidad para personas con limitaciones motrices y haciendo especial hincapié en la reglamentación que guarda relación directa con las tecnologías aplicables a las instalaciones descritas en cuanto a la accesibilidad al hardware y software.

Situación actual: Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

Puesto que la sociedad moderna está empezando a entender el problema de la discapacidad como un “problema de derechos humanos” y no como un “problema médico”, cada vez se abarcan más aspectos en los que pueden surgir obstáculos para las personas discapacitadas, tales como el acceso físico a las viviendas, edificios, calles y transportes o el acceso a la información a través de medios electrónicos.

Por este motivo, en el año 2006 se creó la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, CDPD.

La Convención es un tratado de derechos humanos elaborado por representantes de la comunidad internacional para cambiar la forma en la que son vistas y tratadas en sus sociedades las personas con discapacidad, protegiendo sus derechos y dignidad. Las partes firmantes en la Convención tienen la obligación de promover, proteger y garantizar el pleno disfrute de los derechos humanos de las personas con discapacidad y garantizar que gocen de plena igualdad ante la ley.

Gracias a esto, por primera vez existe un instrumento internacional jurídicamente vinculante que garantiza que los estados que lo han ratificado fomentarán y protegerán los derechos de las personas con discapacidad. Posteriormente, dichos estados procederán a la aprobación de sus propias legislaciones nacionales sobre derechos civiles destinados a mejorar la vida de estas personas.

Respecto a la estructura y contenidos, la Convención sigue la tradición de derecho civil, se compone de un preámbulo y 50 artículos, que recogen derechos de carácter civil, político, social, económico y cultural. A diferencia de muchos otros pactos y convenciones de las Naciones Unidas, no está formalmente dividida en partes.

Dicho contenido se resume a continuación:

Artículo 1: *Definición del propósito de la convención.*

Artículos 2-3: *Proporciones a través de las definiciones y principios generales.*

Artículos 4-7, 10-18, 21-25, 27-28, 32: *Las obligaciones de los Estados firmantes con respecto a los derechos de las personas con discapacidad. Muchas de estas obligaciones son espejo de ciertos derechos afirmados en otras convenciones de las Naciones Unidas, como el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, la Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial, etc., pero con obligaciones específicas que garanticen que puedan ser plenamente realizadas por las personas con discapacidad.*

Artículos 8-9, 19-20, 26, 29-31: *La aplicación de estos derechos específicos establecidos en la convención incluyen el derecho a vivir independientemente y ser incluido en la comunidad, a la movilidad de las personas, habilitación y rehabilitación y a la participación en la vida política y pública, la vida cultural, la recreación y el deporte. Además, se debe crear conciencia de los derechos humanos de las personas con discapacidad, garantizando su acceso a las carreteras, edificios, y la información.*

Artículos 33-39: *Regulan la presentación de informes y el seguimiento de la convención.*

Artículos 40-50: *Destinados a gobernar la ratificación, su entrada en vigor, y la enmienda de la Convención. El artículo 49 exige que la Convención esté disponible en formatos accesibles.*

Legislación y normativa específica:

A continuación y siguiendo la línea del planteamiento desarrollado en el capítulo referido a reglamentación de las instalaciones domóticas (véase capítulo 4), se procede a realizar una clasificación en dos grupos, el entorno legal y el entorno normativo, extractándose los documentos más relevantes.

6.1 El entorno legal

La reglamentación vigente en nuestro país sobre personas discapacitadas es muy extensa. A continuación se exponen las directrices que guardan algún tipo de relación con el ámbito de aplicación del proyecto, sin desarrollarlas en profundidad por su escasa importancia en este contexto:

Directivas Europeas

Comunicación “eEurope 2002: Accesibilidad de los sitios Web públicos y de su contenido”. Comisión Europea, 25 de septiembre de 2001.

Resolución “La igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad”. Consejo de la Unión Europea, 20 de diciembre de 1996.

Reglamentos Nacionales

Ley 13/1982, de 7 de abril, de Integración Social de los Minusválidos.

Ley 3/1990, de 21 de junio, por la que se modifica la ley 49/1960, de 21 de julio, de propiedad horizontal, para facilitar la adopción de acuerdos que tengan por finalidad la adecuada habitabilidad de minusválidos en el edificio de su vivienda.

Ley 51/2003, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Decreto 141/1998, de 30 de julio, por el que se regulan las ayudas técnicas destinadas a la eliminación de barreras y a la promoción de ayudas técnicas.

6.2 El entorno normativo

A continuación se enumeran las normas y mandatos aplicables al entorno de las personas discapacitadas. Dada su relevancia, se realizará un breve desarrollo de las que guarden mayor relación con el contenido del proyecto.

ISO 7193 Sillas de ruedas

Dimensiones totales máximas

(En el anexo del proyecto se encuentran las medidas antropométricas acordes a esta norma).

Serie de Normas UNE 139801-03

Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad

Establecen la normalización de la información y las comunicaciones para los colectivos de personas con discapacidad o tercera edad con especial atención a los aspectos de accesibilidad a entornos informáticos, accesibilidad a la comunicación telefónica, sistemas o subsistemas telemáticos, aplicaciones informáticas compensatorias, aplicaciones educativas y terapéuticas.

UNE 139801:2003 *Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. Hardware.*

Establece las características que han de incorporar los componentes físicos de los ordenadores (hardware) y la documentación asociada, para que puedan ser utilizados por la mayor parte de las personas, incluyendo personas con discapacidad y personas de edad avanzada, y en cualquier entorno (hogar, formación, trabajo, etc.), de forma autónoma o mediante las ayudas técnicas pertinentes.

Se aplica a los componentes físicos de los ordenadores, dividido en dos grandes grupos: el ordenador propiamente dicho (con su unidad central, monitor, teclado, ratón, unidades de almacenamiento, etc.) y los periféricos (como impresora y escáner). Se divide en 9 categorías y 59 requisitos, estructurados en: texto normativo, prioridad, ámbito de aplicación, ordenador, periférico, notas y ejemplos.

UNE 139802:2009 *Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al software.*

Es la versión oficial, en español, de la norma *ISO 9241-171:2008*, la cual se detalla a continuación.

Se estructura en 147 requisitos y recomendaciones englobadas en cuatro categorías: general, entrada, salida y documentación.

UNE 139803:2004 *Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web.*

Organizada en siete categorías, ofrece 66 requisitos básicos para asegurar la accesibilidad de las personas con discapacidad a los contenidos de internet. Las categorías son: principios generales, presentación, estructura, contenido, navegación, scripts, objetos y multimedia y situaciones excepcionales.

Serie de Normas ISO 9241**Ergonomía de la interacción hombre-sistema**

Establecen los principios de accesibilidad de los usuarios discapacitados con el entorno de las nuevas tecnologías. Dentro de esta serie de normas, las más destacables son:

***ISO 9241-20:2008** Accesibilidad en productos y servicios TIC.*

***ISO 9241-151:2008** Ergonomía de interfaces web.*

***ISO 9241-171:2008** Accesibilidad del software.*

Proporciona pautas para el diseño de software accesible y contempla el diseño de software para personas con discapacidades físicas, sensoriales y cognitivas. Se aplica a cualquier producto software interactivo. No cubre las tecnologías de apoyo, pero sí la compatibilidad del software con esos productos.

Contiene un total de 147 requisitos y recomendaciones. Algunos requisitos sólo se aplican al software de plataforma (sistema operativo, controladores, etc.).

Norma UNE 170001**Accesibilidad global. Criterios para facilitar la accesibilidad al entorno**

Dividida en dos partes, establece los criterios para facilitar la accesibilidad de las personas con discapacidad a su entorno.

***UNE 170001-1:2001** Accesibilidad global. Criterios para facilitar la accesibilidad al entorno. Parte 1: requisitos DALCO.*

Establece los requisitos que debe reunir el entorno para que sus usuarios puedan superar las limitaciones de accesibilidad con las que se puedan encontrar. Esta norma establece los requisitos básicos presentes en el concepto de accesibilidad, cuando éste se contempla desde todos los puntos de vista posibles. El motivo que ha sustentado el desarrollo de esta norma es la consideración de todos los aspectos de la accesibilidad desde la perspectiva de la capacidad plena de uso y disfrute de los bienes y servicios que se ponen a disposición de los usuarios.

***UNE 170001-2:2001** Accesibilidad global. Criterios para facilitar la accesibilidad al entorno. Parte 2: sistema de gestión de la accesibilidad global.*

Describe los requisitos que debe tener un sistema de gestión de accesibilidad global para cumplir los requisitos DALCO de accesibilidad global al entorno construido definidos en la norma UNE 170001-1 y los establecidos en la reglamentación específica aplicable en el territorio donde la organización presta sus servicios. Los sistemas de gestión de esta norma incluyen principios de gestión basados entre otros, en la mejora continua, el enfoque a procesos y el enfoque al usuario, así como el compromiso al cumplimiento de los requisitos legales, reglamentarios y normativos existentes.

Norma/Guía UNE 170006 IN**Directrices para que el desarrollo de las normas tengan en cuenta las necesidades de las personas mayores y las personas con discapacidad**

El contenido de esta norma advierte a los normalizadores de las dificultades que puede encontrar una persona al hacer uso de un producto, servicio o entorno, en función de sus capacidades sensoriales, físicas, cognitivas e incluso alérgicas. La orientación de esta guía se completa con otros documentos normativos europeos desarrollados para favorecer la accesibilidad de las tecnologías de la información y las comunicaciones (ordenadores, cajeros

automáticos, domótica, emisiones de televisión, etc.), así como el acceso de las personas mayores y las personas con discapacidad a la sociedad de la información.

ISO/IEC TR 29138

Consideraciones de accesibilidad para personas con discapacidad

Informe técnico publicado en junio de 2009, que se estructura en tres partes: necesidades del usuario, inventario de estándares y guía para asignar necesidades de usuarios.

Mandato M/376

Requisitos de accesibilidad para la contratación de bienes y servicios TIC

Documento que tiene como objetivo identificar un conjunto armonizado de requisitos funcionales europeos de accesibilidad para la contratación de bienes y servicios TIC, así como analizar esquemas de evaluación de conformidad y proporcionar una herramienta electrónica para aplicar esos requisitos en el proceso de contratación de bienes y servicios.

Otras normas de menor relevancia:

Normas uniformes para la igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad, adoptadas por resolución A/48/96 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, de 20 de diciembre de 1993.

Programa de acción mundial para las personas con discapacidad ("Programa de acción Mundial para los impedidos") adoptado por resolución A/37/52 de la Asamblea General de las Naciones Unidas de 3 de diciembre de 1982.

Norma UNE 41520

Accesibilidad en la edificación. Espacios de comunicación.

Norma UNE-EN 12182

Requisitos generales y métodos de ensayos de las ayudas técnicas para personas con discapacidad.

Norma UNE EN ISO 9999:2007

Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología.

Norma ISO/DIS 14915-2

Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia. Control y navegación.

Norma ISO/TS 16071

Ergonomía en la interacción hombre-máquina.

Guía en accesibilidad para interfaces hombre-ordenador.

Mandato M/273

Normalización en las TIC considerando personas mayores y con discapacidad.

Mandato M/283

Seguridad y usabilidad de productos por personas con necesidades especiales.

Documento ETSI 202 116

Pautas de diseño para todos en productos y servicios de tecnologías de la información y la comunicación. Septiembre de 2002.

Capítulo 7

DISPOSITIVOS ADAPTADOS E INTERFACES DE USUARIO

El objetivo fundamental para el diseño y la selección posterior de interfaces y dispositivos adaptados a personas con necesidades especiales es proporcionar soluciones integrales a sus limitaciones funcionales. Las necesidades del usuario siempre deben estar en primer lugar, por tratarse de personas en situación de dependencia. Las consideraciones a tener en cuenta para el diseño e implementación de los dispositivos son las siguientes:

- ✓ Mejora de la calidad de vida de la persona afectada.
- ✓ Aumento de la independencia y del grado de autonomía personal.
- ✓ Incremento de las posibilidades de comunicación y realización de actividades.
- ✓ Mejora del estado emocional.
- ✓ Disminución del estrés y aumento de la autoestima.
- ✓ Mejora de la respuesta ante situaciones imprevistas o de emergencia.
- ✓ Reducción de la necesidad y del coste asistencial.

Los dispositivos e interfaces analizados este capítulo se utilizarán para interactuar con el entorno, pero estos a su vez tendrán que ir asociados a elementos de la vivienda. Debe tenerse en cuenta que tras realizar la instalación domótica, hay que instruir al usuario en el manejo y control de los dispositivos domóticos de control del entorno, de forma que si encuentra dificultades en su utilización pueda adaptarse su forma de interactuar con el sistema, para obtener un nivel de funcionamiento adecuado.

Del mismo modo que debe adaptarse la vivienda de un modo más específico en función del tipo de discapacidad, los dispositivos que se seleccionarán para interactuar con el entorno deberán estar optimizados para cubrir las necesidades del usuario según sea su grado de dependencia.

7.1 Relación de dispositivos

Existen numerosos tipos de discapacidad. Como ya se ha explicado en capítulos anteriores, este proyecto está enfocado básicamente a tres grupos principales de personas con necesidades especiales: paraplégicos, tetraplégicos y personas de avanzada edad.

Al realizar la selección de los dispositivos más adecuados para cada tipo de discapacidad, se ha supuesto que todos los usuarios tienen buena capacidad de habla. Por tanto, quedan fuera del alcance de este proyecto las personas con alteraciones en la fonación que limiten su capacidad de comunicación verbal.

Los diversos dispositivos a continuación presentados se dispondrán en tres grupos según sea su función. Todos los dispositivos, su descripción y su imagen representativa han sido obtenidos del catálogo de productos de la empresa “*B&J Adaptaciones*” [15], año 2009, del catálogo de la empresa “*Proinssa*” [16], año 2008 y del catálogo del “*Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas, CEAPAT*” [17], año 2009.

Los grupos en los que se engloban los dispositivos son los siguientes:

- ❖ **Grupo I. Conmutadores:** Se entiende como conmutador al dispositivo que realiza las funciones de un pulsador, pudiendo ser utilizado por personas con diversas limitaciones motrices. Se utilizará como medio de acceso a otros dispositivos de mayor complejidad. Los conmutadores pueden ser simples o dobles, y son compatibles con cualquier otro dispositivo del sistema.
- ❖ **Grupo II. Avisos y comunicación:** Este subgrupo engloba aquellos dispositivos que guardan relación con los sistemas de telefonía, interfono y aquellos elementos útiles para generar avisos o alarmas.
- ❖ **Grupo III. Acceso multimedia:** Los productos de este subgrupo permiten a las personas con discapacidad acceder al ordenador y otros sistemas multimedia, extendiendo así las posibilidades de comunicación, ocio, integración, inserción laboral, etc. Cabe hacer mención de que por medio del software adecuado, se pueden realizar las funciones de teclado desde un ratón (o conmutador) y viceversa.

7.1.1 Grupo I: Conmutadores

- Conmutador de varilla.

Este dispositivo consiste en una varilla acolchada que se activa al desplazarla en cualquier dirección. Al dejar de hacer fuerza, la varilla vuelve a su posición original sin rebotes. Puede ser activado por diversas partes del cuerpo y en diferentes posiciones.



Imagen 7. 1 - Conmutador de varilla "BJ-106", [15]

El conmutador de varilla (Imagen 7.1) podrá ser acoplado a la silla de ruedas, a un brazo articulado o a cualquier flexo o soporte.

- Conmutador circular.

Este conmutador consiste en un pulsador de forma circular que puede ser activado mediante una ligera presión en cualquier punto de su superficie. Es un conmutador de una sola salida que puede ser fijado en cualquier superficie.



Imagen 7. 2 - Conmutadores circulares "Spec", "BJ-112" (izquierda) y "JellyBeaner", "BJ-113" (derecha), [15]

Existen varias versiones de este dispositivo, pudiendo seleccionarse entre varios diámetros de pulsador en función de las preferencias del usuario. Asimismo, la versión inalámbrica (Imagen 7.2, derecha), permite mayor libertad y flexibilidad al no tener cables, pero requiere un receptor conectado al dispositivo que se desea controlar.

- Conmutador de soplido y aspiración (simple o doble).

Este dispositivo cuenta con una o dos salidas de conmutador (según sea simple o doble) y un tubo por el que el usuario soplará o aspirará. Al soplar, se activa una de las salidas del conmutador y al aspirar, se activa la otra. (En el caso del conmutador simple sólo permanece disponible una opción). De este modo, pueden ser controladas una o dos funciones diferentes. La fuerza necesaria para la activación es ajustable.

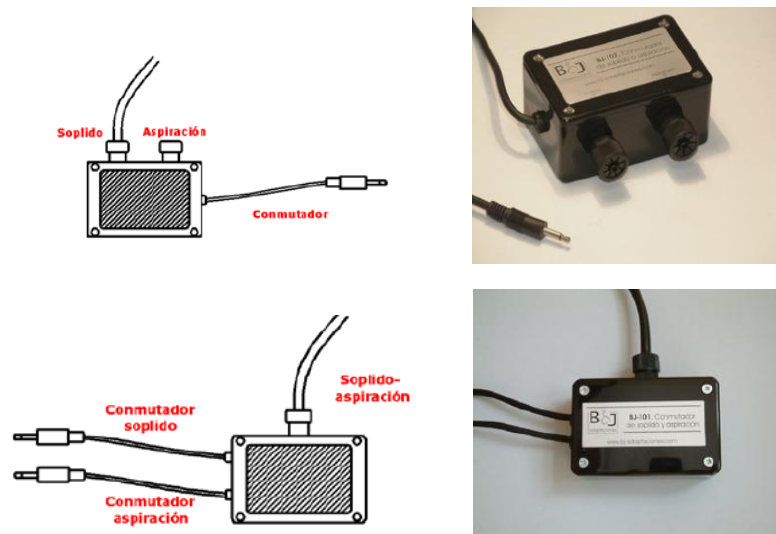


Imagen 7. 3 - Conmutador simple de soplido "BJ-102" (imagen superior) y doble de soplido y aspiración "BJ-101" (imagen inferior), [15]

En la Imagen 7.3 pueden apreciarse las dos versiones de este dispositivo, según sea simple o doble. Como se deduce de los esquemas, el conmutador simple puede ser activado mediante la opción de soplo o aspiración, en función de cómo sea conectada la entrada.

- Conmutador doble para lengua, mejilla o mentón.

Este conmutador consta de una varilla y un doble sensor capaz de detectar dos sentidos de movimiento. Su diseño permite ser activado mediante esfuerzos mínimos y recorridos muy cortos de la lengua, mentón o mejilla.

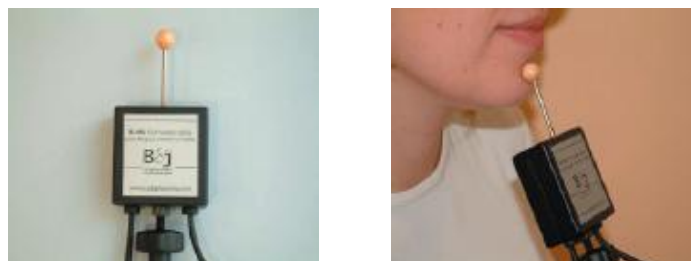


Imagen 7. 4 - Conmutador doble para lengua, mentón o mejilla "BJ-105", [15]

El conmutador (Imagen 7.4) debe colocarse cerca de la parte de la cabeza con la que vaya a ser accionado, pudiendo instalarse en cualquier sentido y orientación.

- Conmutador de pedal.
Este dispositivo está diseñado para poder ser accionado mediante el pie, al ejercer una leve presión mediante la planta o la punta del mismo.

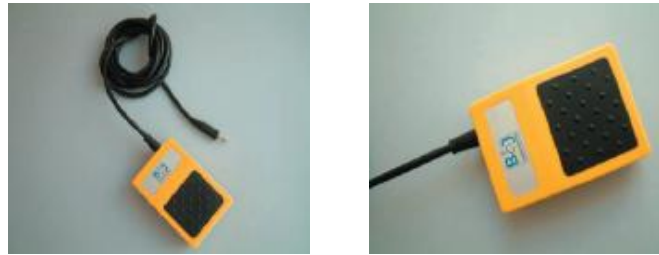


Imagen 7. 5 - Conmutador de pedal "BJ-107", [15]

El conmutador de pedal consta de una única salida que se activa presionando la superficie del dispositivo (Imagen 7.5).

7.1.2 Grupo II: Avisos y comunicación

- Teléfono manos libre adaptado.
Se trata de un teléfono con función de manos libres que tiene adaptada la posibilidad de ser colgado y descolgado mediante un conmutador. El dispositivo (Imagen 7.6) ofrece otras posibilidades, tales como rechazar llamadas, realizar llamadas a números determinados, etc.



Imagen 7. 6 - Teléfono manos libres adaptado "BJ-302", [15]

Se emplea del mismo modo que un teléfono manos libres, con la excepción de que la clavija de colgar/descolgar se encuentra asociada a un conmutador de doble pulsación.

- Teléfono fijo/móvil con funciones adaptadas.
Este dispositivo permite el control parcial de un teléfono mediante un conmutador basado en la adaptación de un audífono, de forma que se puedan responder y colgar llamadas, marcar números de teléfono y ejecutar otras funciones adicionales controladas mediante comandos de voz.



Imagen 7. 7 - Teléfono con funciones adaptadas y audífono asociado "BJ-351", [15]

En la Imagen 7.7 puede apreciarse el teléfono (derecha), así como el dispositivo manos libres asociado (izquierda).

- Teléfono con teclas extra grandes y memorias.
Este teléfono cuenta con teclas más grandes para facilitar el marcado de éstas. Cuenta también con un indicador luminoso de timbre, regulación del volumen de sonido a niveles extra altos (adecuado para la pérdida de sensibilidad auditiva asociada a la tercera edad) y memorias para los números más usados y los teléfonos de emergencia.



Imagen 7. 8 - Teléfonos con memorias y teclas extra grandes “BJ-301” y BJ-303”, [15]

El empleo de este teléfono (Imagen 7.8) es similar al de cualquier teléfono estándar.

- Dispositivo de control del entorno mediante la voz.
Se trata de un dispositivo basado en un mando a distancia universal en el que se emplea la propia voz del usuario para dar las órdenes a otros actuadores. Es programable, multiusuario (reconoce varios tipos de voz) y controla cualquier aparato asociado, permitiendo una total libertad de movimientos.



Imagen 7. 9 - Mando a distancia por voz “Sicare Light I”, [16]

Este dispositivo, mostrado en la Imagen 7.9, puede anclarse a la silla de ruedas o instalarse sobre una mesa o cama, en función de las preferencias de sus usuarios.

- Alarma inalámbrica adaptada.
Este dispositivo sirve para dar un aviso de emergencia. Su composición se basa en un emisor y un receptor, ambos inalámbricos (Imagen 7.10). El emisor está adaptado para poder ser activado mediante cualquier conmutador, que al ser pulsado, hace que el receptor emita una melodía de aviso.



Imagen 7. 10 - Alarma inalámbrica adaptada “BJ-321”, [15]

La alarma adaptada es muy útil en casos en los que el usuario requiere teleasistencia, informando a los servicios médicos de una posible situación excepcional.

7.1.3 Grupo III: Acceso multimedia

- Teclado con teclas extra grandes.
Las teclas de este teclado (Imagen 7.11) tienen un tamaño mayor que las teclas de los teclados estándar, para facilitar su pulsación y localización.



Imagen 7. 11- Teclado BigKeys "BJ-820", [15]

Está especialmente recomendado para personas con leves problemas de movilidad en los miembros superiores, ya que el tamaño extra grande de las teclas facilita su manejo, incrementándose de este modo el número de aciertos.

- Teclado con cobertor canalizador adaptado.
Se basa en un teclado estándar con un cobertor que facilita y dirige la pulsación, permitiendo una mayor precisión a la hora de pulsar una sola tecla, evitándose las pulsaciones involuntarias.

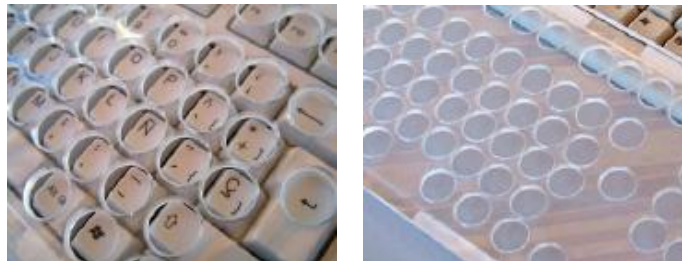


Imagen 7. 12 - Teclado con cobertor canalizador "BJ-809", [15]

Este cobertor para teclado (Imagen 7.12), es óptimo para personas con poca precisión en las manos pero movilidad suficiente para pulsar una tecla.

- Teclado abreviado.
Este dispositivo se basa en un teclado especial con 5 teclas, que al ser pulsadas según distintas combinaciones introducen los caracteres correspondientes (Imagen 7.13). Es un sistema parecido a un instrumento musical, en el cual la combinación de varias teclas introduce un único carácter.



Imagen 7. 13 - Teclado abreviado, [17]

El uso de un dispositivo de este tipo requiere cierto entrenamiento, no pudiendo ser utilizado por usuarios no expertos. La ventaja que presenta es que una vez perfeccionado su uso, es un sistema que dota al usuario de gran autonomía, al poder controlar el ordenador a mayor distancia y con una sola mano.

- Ratón tipo TrackBall de bola extra grande.
 Un TrackBall es un dispositivo apuntador compuesto en su parte superior por una bola con sensores que detectan su rotación en dos ejes (Imagen 7.14).



Imagen 7. 14 - Ratones tipo Trackball “BJ-844”, “BJ-845” y “BJ-846”, [15]

El usuario hace girar la bola con los dedos o la palma de la mano. El TrackBall de bola extra grande está recomendado para aquellas personas con problemas de motricidad en las extremidades superiores, siendo más fácil el manejo de este dispositivo que el de un ratón común. Asimismo, la versión inalámbrica está especialmente indicada para ser utilizada desde la cama o la silla de ruedas.

- Ratón tipo joystick.
 Este ratón está compuesto por un joystick extra sensible y unos botones de función (clic derecho, clic izquierdo y bloqueo del arrastre) que se controlan con un ligero movimiento de la mano o los dedos, reduciendo el esfuerzo en muñecas y codos.



Imagen 7. 15 - Ratón tipo joystick “Optima”, “BJ-850”, [15]

La sensibilidad de este dispositivo (Imagen 7.15) puede ajustarse a las necesidades y preferencias de cada usuario.

- Ratón con botones adaptados.
 Se trata de un ratón convencional que cuenta con los botones izquierdo y derecho adaptados para ser activados mediante un conmutador doble (o dos conmutadores simples). Los botones son accesibles directamente o mediante dicho conmutador, que se conecta al lateral del ratón, tal como puede apreciarse en la Imagen 7.16.



Imagen 7. 16 - Ratón con botones adaptados “BJ-802”, [15]

Este sistema permite a un usuario tetrapléjico acceder a los dos botones del ratón con todas las ventajas que ello conlleva a la hora de trabajar con un ordenador.

- Ratón controlado con el mentón.

Este ratón (Imagen 7.17) está constituido por un joystick con las mismas funciones que un ratón convencional, pero diseñado de manera específica para ser controlado con el mentón. Al mover el mentón, se desplaza el puntero. Los “clics” izquierdo y derecho se efectúan pulsando con el mentón los botones del cabezal.



Imagen 7. 17 - Ratón controlado con el mentón, [17]

Este dispositivo es muy versátil, permitiendo su control desde la silla de ruedas o incluso estando tumbado desde la cama.

- Ratón controlado con la boca.

Consiste en un emulador de ratón con joystick para trabajar con la boca. Mediante el joystick se mueve el puntero del ratón de forma lineal, es decir a más desplazamiento del joystick más se desplaza el puntero, pudiendo moverse en cualquier dirección.



Imagen 7. 18 - Ratón controlado con la boca, [17]

Las funciones de clic sobre botón izquierdo y botón derecho se realizan mediante acciones de soplo y succión respectivamente. En la Imagen 7.18 se representa una de las versiones de este dispositivo.

- Ratón controlado con barbilla o mejilla.

Se trata de un emulador de ratón en forma de joystick, diseñado especialmente para manejarse con cualquier parte del cuerpo, especialmente con la barbilla o la mejilla (Imagen 7.19). El movimiento del puntero tiene velocidad progresiva dependiente de la inclinación ejercida sobre la varilla.



Imagen 7. 19 - Ratón controlado con la barbilla o mejilla, [17]

El clic se realiza presionando la varilla hacia abajo, pero permite conectar un pulsador externo para el clic, el bloqueo de clic y el doble clic.

- Ratón controlado con la cabeza.

Dispositivo señalador facial con las mismas funciones que un ratón convencional pero que permite controlar el puntero basándose únicamente en el movimiento de la cabeza. Funciona con una cámara de infrarrojos y un punto adhesivo que se coloca en la frente del usuario.



Imagen 7.20 - Ratón controlado con la cabeza "SmartNAV4", "BJ-863", [15]

El control del clic puede hacerse mediante este mismo dispositivo (Imagen 7.20), dejando el puntero fijo en una posición determinada, o mediante el uso de cualquier conmutador adaptado.

7.2 Selección de dispositivos según el grado de movilidad

Los tipos de diversidad funcional sobre los que se basa el siguiente listado de dispositivos son tres: paraplejía, tetraplejía y tercera edad, pero a la hora de hacer una clasificación que relacione cada tipo de limitación funcional con un dispositivo concreto, conviene efectuar un tipo de clasificación dinámica, que englobe uno o varios de los grupos de discapacitados mencionados con anterioridad. Se realiza de este modo por la versatilidad de estos dispositivos, que podrán ser aplicados en más de un tipo de discapacidad.

7.2.1 Grados de movilidad

El análisis para realizar el cruce de dispositivos en función del tipo de limitación funcional se basará en clasificar éstas según el grado de movilidad.

Esta clasificación se ha elaborado en consonancia con la "*Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*", conocida por su acrónimo en inglés ICF, adaptándola a las características y necesidades de este estudio [18].

Los grados de movilidad de referencia son los siguientes:

- ❖ **Grado I:** Usuarios sin movilidad en los miembros inferiores, en los miembros superiores ni en el cuello. (No se contempla la dificultad para respirar).

Ejemplo de usuarios: Personas con lesión aguda en la médula espinal a la altura de la vértebra cervical C4.

- ❖ **Grado II:** Usuarios sin movilidad en los miembros inferiores ni en los miembros superiores. Buena movilidad en el cuello, hombro y codo.

Ejemplo de usuarios: Personas con lesión de la médula espinal a la altura de la vértebra cervical C5.

- ❖ **Grado III:** Usuarios sin movilidad en los miembros inferiores y movilidad limitada en los miembros superiores. (Sin movilidad en los dedos).

Ejemplo de usuarios: Personas con lesión de la médula espinal a la altura de la vértebras cervicales C6 y C7.

- ❖ **Grado IV:** Usuarios sin movilidad en los miembros inferiores y buena movilidad en uno o ambos miembros superiores.

Ejemplo de usuarios: Personas con lesión de la médula espinal a la altura de las vértebras torácicas T1-T12. Personas con triplejía.

- ❖ **Grado V:** Usuarios con movilidad limitada en los miembros inferiores. (Deben valerse de silla de ruedas, pudiendo realizar algunas funciones con los miembros inferiores).

Ejemplo de usuarios: Personas con lesión de la médula espinal a la altura de las vértebras lumbares L1-L5. Personas de la tercera edad con enfermedades tales como osteoporosis severa (que suele derivar en fractura de la cadera).

- ❖ **Grado VI:** Usuarios con pérdida variable de funciones en los miembros inferiores y superiores. (No necesitan valerse necesariamente de silla de ruedas).

Ejemplo de usuarios: Personas con síndrome del cordón central (paraplejía inversa). Personas de la tercera edad con enfermedades características tales como osteoartritis, artrosis, parkinson, etc.

Nota: Los conmutadores asociados a los Grupos I, II y III, se encontrarán generalmente anclados (a la silla de ruedas, cama, mesa, etc.) por medio de un soporte fijo o tipo flexo, pudiendo ser regulados a la altura y posición adecuadas para su correcta utilización por uno o varios usuarios.

7.2.2 Cruce de dispositivos

A continuación, se desarrolla en la Tabla 7.1 el cruce de los dispositivos presentados con anterioridad en función del grado de limitación.

Debido a la diversidad de uso de estos dispositivos, es posible que puedan ser usados por más de un grupo, en función de la necesidad de cada usuario y su situación personal. Es necesario, por tanto, disponer de una clasificación dinámica en la que cada mecanismo pueda ser englobado en uno o varios grupos, diferenciado la idoneidad de uso en cada caso. Las posibilidades derivadas de la Tabla 7.1 son las siguientes:

Usó idóneo: ○

Susceptible de usar: X

No apto: -

Se considera como *uso idóneo*, el uso del dispositivo para la función exacta a la que ha sido diseñado, siendo *susceptible de usar* cuando pueda usarse y aporte soluciones en otro contexto. Cuando el dispositivo no pueda ser usado por la restricción de la limitación locomotriz, o no resulte de utilidad según en qué caso, se considerará como *no apto*.

DISPOSITIVO		TIPO DE LIMITACIÓN FUNCIONAL					
		GRADO I	GRADO II	GRADO III	GRADO IV	GRADO V	GRADO VI
CONMUTADORES	De varilla	-	-	O	O	O	X
	Circular	-	-	O	O	O	O
	De soplido	O	O	X	-	-	-
	Lengua, mentón o mejilla	O	O	X	-	-	-
	De pedal	-	-	-	-	O	O
AVISOS Y COMUNICACIÓN	Teléfono manos libres	O	O	O	O	O	O
	Teléfono adaptado y audífono	-	-	O	X	X	O
	Teléfono con memorias y teclas grandes	-	-	-	X	X	O
	Mando a distancia por voz	O	O	O	O	O	O
	Alarma inalámbrica	-	-	O	O	O	O
ACCESO MULTIMEDIA	Teclado con teclas extra grandes	-	-	-	X	X	O
	Teclado con cobertor canalizador	-	-	-	X	X	O
	Teclado abreviado	-	-	-	X	X	X
	Ratón tipo Trackball	-	-	X	X	X	O
	Ratón tipo joystick	-	-	X	O	O	O
	Ratón con botones adaptados	-	-	O	X	X	O
	Ratón para mentón	-	O	O	-	-	-
	Ratón para boca	O	X	X	-	-	-
	Ratón para mejilla	O	X	X	-	-	-
	Ratón señalador para cabeza	-	O	O	-	-	-

Tabla 7. 1 - Cruce de dispositivos frente a limitaciones funcionales

7.3 Interfaces de usuario

En una instalación domótica convencional, tradicionalmente se usan interfaces de interacción con el usuario tales como pulsadores e interruptores genéricos o especiales, teclados especiales, mandos a distancia, software de ordenadores personales, pantallas táctiles, pantallas con botones laterales incrustadas en la pared, etc. siendo generalmente más importante la selección de un interfaz por su diseño y apariencia externa que por su funcionalidad o practicidad, dejando de lado el criterio de “*diseño universal*”.

Es por esto que al realizar la automatización de una vivienda adaptada a discapacitados, deben seleccionarse interfaces adecuados a todo tipo de necesidades y limitaciones por parte de los usuarios, utilizando sistemas que favorezcan la interacción de los discapacitados con su entorno de una manera lo más eficiente posible.

Las características que debe presentar un tipo de interfaz para poder ser considerado como posible elemento de interacción de un usuario discapacitado con su sistema domótico son las siguientes:

Funcionalidad: se debe acomodar a las necesidades del usuario y aportarle soluciones a problemas reales, y nunca al revés.

Adaptabilidad: ha de permitir el control de forma sencilla y alternativa para el usuario. Cuando se trata de usuarios con enfermedades progresivas esta característica es de vital importancia.

Integrabilidad: ha de permitir el control de los elementos desde un único *interfaz*. No son válidos sistemas en los que cada elemento se controla de una forma diferente o desde varios interfaces distintos.

Seguridad: debe ser totalmente eficaz y no presentar riesgos, para aumentar la sensación de seguridad y control.

Redundancia: no debe modificar el control habitual de los elementos del hogar para las otras personas de la casa.

Además de contar con las características anteriores, un interfaz adaptado a personas con discapacidad debe ser:

Personalizable: debe permitir a la empresa instaladora realizar los cambios necesarios al sistema para que se adapte a las necesidades y capacidades de cada usuario.

Transportable: ha de permitir que el control se realice desde diferentes puntos de la casa. Normalmente éste se desea realizar desde la cama, la silla de ruedas, el escritorio o el sofá; todos ellos deben estar contemplados.

Escalable: ha de permitir su propia ampliación de forma progresiva, en caso necesario, sin que suponga la realización de importantes reformas en el hogar.

7.3.1 Tipos de interfaces para personas con discapacidad

Los interfaces que controlan las aplicaciones domóticas de una vivienda adaptada a personas con discapacidad deben estar diseñados de manera que se piense más allá de las funcionalidades que el sistema debe ofrecer. También tendrán en cuenta el tipo de interacción que existirá entre el usuario y los dispositivos de salida en función del tipo de limitación funcional.

Al implantar un sistema de este tipo, deben estudiarse las capacidades y limitaciones de los usuarios a la hora de utilizarlo para así evitar errores en su utilización y el posible rechazo debido a su complejidad o escasa funcionalidad. Actualmente, se están desarrollando numerosos interfaces para sistemas domóticos que pueden ser aplicados sin problemas a entornos con personas discapacitadas. Los más destacables se enumeran a continuación:

- Agendas electrónicas o PDAs.

Se trata de un tipo de interfaz inalámbrico muy útil en hogares automatizados para personas con discapacidad puesto que se puede desplazar muy fácilmente por toda la casa ajustándolo a la silla de ruedas (Imagen 7.21).

Son dispositivos muy versátiles, que pueden utilizar tanto las utilidades del sistema operativo con el que han sido programados, como otras aplicaciones propietarias diseñadas específicamente para personas con limitaciones funcionales.



Imagen 7. 21 - Ejemplo de interfaz basado en agenda electrónica

Es un tipo de sistema muy adaptable a cada usuario, de fácil manejo y gran versatilidad y que permite un control integral de la vivienda. Por estos motivos, este es el tipo de interfaz elegido en el último bloque de este proyecto para la interacción entre los usuarios discapacitados y los dispositivos robóticos y domóticos integrados en el entorno de la cocina, realizando la comunicación entre estos dispositivos y la PDA mediante una pasarela *Bluetooth*.

- Dispositivos a distancia.

Pueden ir asociados o no a otros interfaces e interactuar a través de ellos. Existen fundamentalmente tres tipos de dispositivos a distancia:

- Teléfono móvil adaptado: El teléfono móvil es en muchos casos idóneo gracias a su gran extensión entre los usuarios y su flexibilidad, ya que permite múltiples formas de interacción. Con este dispositivo se puede realizar un control por tonos, voz, SMS, internet, etc. dependiendo del modelo y del tipo.

Es un tipo de interfaz muy generalizado para el control del sistema domótico de una vivienda desde el exterior, pero sólo se recomienda su utilización por parte de usuarios discapacitados con perfecta movilidad en las extremidades superiores.

- Mando de control directo: desde un único mando a distancia, cuyos botones son especialmente ergonómicos para las personas con discapacidad (Imagen 7.22),

puede realizarse el control de todos los elementos de la vivienda. El uso de estos mandos es mediante pulsación directa.



Imagen 7. 22 - Ejemplo de mando de control directo

La utilidad más común es el uso de este tipo de mando para interactuar a través otro interfaz (la televisión, por ejemplo). Sin embargo, actualmente se están desarrollando nuevos dispositivos que permiten el control de las instalaciones domóticas de todo tipo.

- Mando de control secuencial: de la misma forma que con el mando directo, el control de los diferentes elementos se encuentra integrado en un único mando. En este caso, el control no se realiza mediante pulsación directa, sino mediante *métodos de barrido*. Existen diferentes métodos de barrido, y todos ellos utilizan al menos un conmutador como los descritos en este capítulo previamente.



Imagen 7. 23 - Ejemplo de mando de control secuencial con conmutador simple

El método más sencillo de barrido se inicia cuando el usuario acciona el conmutador (Imagen 7.23). A partir de ese momento se van destacando secuencialmente, de forma automática, las diferentes opciones de su mando mediante algún tipo de señal luminosa o acústica; cuando está destacada la opción deseada por el usuario, éste vuelve a accionar el conmutador para realizar la acción escogida. Las otras modalidades de barrido son similares a ésta pero optimizan el acceso mediante el uso de bloques de opciones o conmutadores de doble acción.

- Interfaces de control informático (desde el ordenador).
Son un tipo de interfaces de usuario muy comunes, establecidos con la idea de sustituir la multitud de mandos y controladores de los equipos domésticos redireccionándolos a un lugar donde el usuario se encuentre cómodo y en el que pase gran parte de su tiempo. Por este motivo, están especialmente recomendados para discapacitados y personas de la tercera edad que presenten poca movilidad. En este caso el control se realiza mediante un software personalizable y un periférico que se conecta al ordenador (Imagen 7.24). El acceso a este sistema ofrece muchas posibilidades de configuración debido a que existen en el mercado multitud de

sistemas que permiten controlar el ordenador mediante ratones adaptados, teclados y joysticks especiales, reconocimiento de voz, acceso por conmutador, etc.



Imagen 7. 24 - Ejemplo de periférico para una conexión USB al ordenador

Las pantallas de los programas de control del sistema domótico pueden ser muy sencillas, por ejemplo, para personas de la tercera edad con problemas de memoria y muy completas para aquellos usuarios que así lo precisen. Los programas se pueden complementar con el uso de iconos intuitivos, asistentes que proporcionen ayuda, mensajes de aviso o confirmación, etc.

Es un sistema muy similar al ofrecido por una agenda personal o PDA pero más completo. Además conlleva la desventaja de que no es un sistema portable.

- Paneles de control táctil.

Son dispositivos que pueden contener desde un número limitado de aplicaciones, hasta la infinidad de procesos próximos a los ofrecidos por un ordenador personal.

Su utilidad para usuarios discapacitados es notable, puesto que ofrecen cierta movilidad y adaptabilidad y las teclas pueden ser configuradas en tamaño según la destreza del usuario.

Desde un punto de vista tecnológico, de portabilidad y de usabilidad, estos sistemas son el “escalón” intermedio entre los interfaces basados en agendas electrónicas o PDAs y los basados en ordenadores personales. Los modelos más destacados de paneles de control táctil son los siguientes:

- Web Pads y Tablet PCs: se tratan de pequeñas pizarras con pantalla táctil, como puede apreciarse en la Imagen 7.25.

Los *Web Pads* básicamente tienen aplicaciones de tipo informático como acceso a servicios de Internet, contenidos web y correo electrónico, procesadores de texto, calculadora, agenda, calendario, etc. pudiendo ser adaptados con facilidad a sistemas domóticos.

Los *Tablet PCs* son dispositivos algo menos potentes que los ordenadores personales, pero más manejables gracias a que se ha dejado el teclado como un accesorio opcional, y por lo tanto se ha reducido su peso y tamaño.



Imagen 7. 25 - Ejemplos de Tablet PCs

El uso de estos dispositivos es muy similar al de una PDA, con la diferencia de que poseen una pantalla más grande. Esto ofrece la ventaja de que pueden ser

utilizados por usuarios con problemas de movilidad en los miembros superiores con mayor facilidad, y la desventaja de que pueden ser considerados invasores del espacio de la silla de ruedas.

- Countertop Station: es un interfaz muy similar a los *Web Pads* y *Tablet PCs*, con la diferencia de que suelen tratarse de dispositivos fijos. Pueden ser de sobremesa, aunque pueden estar pensados para ser instalados en la vivienda de forma fija, normalmente debajo de los muebles superiores de la cocina (Imagen 7.26).



Imagen 7. 26 - Ejemplos de interfaces basados en *Countertop Stations*

Este tipo de sistema es el menos habitual en entornos adaptados a discapacitados, por su escasa portabilidad, siendo generalmente más usados por usuarios que no presentan diversidad funcional.

- La televisión.

La televisión es un interfaz que se ha utilizado durante mucho tiempo pero que ha tenido una pequeña revolución en los últimos años, ya que son muchas empresas con importantes proyectos que optan por esta solución (Imagen 7.27).



Imagen 7. 27 - Ejemplos de interacción entre usuarios discapacitados y la televisión

Algunos proyectos enfocados a nuevas televisiones son de pantalla táctil, pero los prototipos de éstas aún son muy caros. La situación más común es el control de este interfaz televisivo mediante un mando común o con funciones adaptadas (directo o secuencial) como los expuestos previamente.

Capítulo 8

VIVIENDA AUTOMATIZADA PARA DISCAPACITADOS

Una vivienda adaptada y automatizada es aquella que responde a las necesidades de sus moradores y les aporta soluciones en función de su limitación funcional. El espacio habitable debe además estar preparado para las necesidades cambiantes a lo largo de la vida.

Como se ha descrito, el problema de la discapacidad no reside en la propia persona con discapacidad, sino en la existencia de un entorno discapacitante, de ahí la importancia del diseño y la creación de hogares adaptados que faciliten la vida de las personas con diversidad funcional.

Estos usuarios tienen una amplia variedad de limitaciones funcionales y de movilidad (considerando que cualquier limitación para una actividad que impida el libre movimiento de una persona supone una limitación de la movilidad). En la Imagen 8.1 se representan las principales necesidades de apoyo que precisan los discapacitados motrices dentro del entorno doméstico [12].

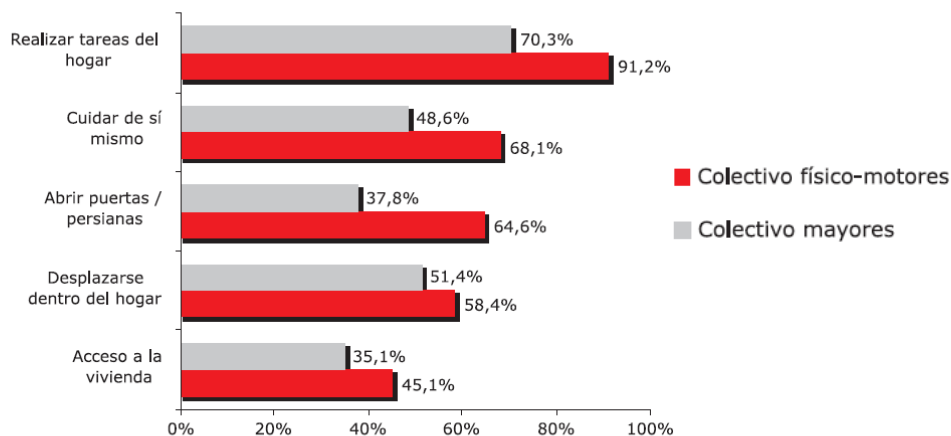


Imagen 8. 1 – Principales necesidades de apoyo de los discapacitados físico-motrices

Atendiendo a estas necesidades y cumpliendo con el objetivo final del Bloque II, se diseñará una vivienda adaptada y automatizada para personas discapacitadas que presenten algún tipo de limitación de movilidad. Este estudio se realizará particularizando cada una de las estancias de la vivienda, puesto que las necesidades, servicios y elementos de control presentes variaran notablemente en función del tipo de instalación.

Cada una de las estancias de la vivienda será analizada desde dos perspectivas, obteniéndose como resultado un análisis completo que cubra todas las necesidades de los usuarios a cualquier nivel. Estas perspectivas son:

- Estructura física. Se realiza una descripción de la accesibilidad y presencia de las ayudas técnicas relacionadas con los elementos del espacio interior, atendiendo a las limitaciones de los usuarios y asegurando que los elementos arquitectónicos estén libres de obstáculos para las personas con movilidad reducida, garantizando una accesibilidad integral. Se describirán por tanto, todos los elementos y aspectos relacionados con la accesibilidad y las ayudas técnicas necesarias para garantizar la autonomía personal e independencia de los usuarios.

- Estructura domótica. Se analizan todas las posibles aplicaciones enfocadas a solucionar las necesidades de las personas con discapacidad o con problemas de movilidad desde el punto de vista de la automatización.
Los usuarios deberán disponer de diferentes servicios domóticos cuya finalidad será la de facilitar su independencia y autonomía en su grado máximo.

Los sistemas de automatización a continuación descritos son complementarios a las funciones y servicios domóticos generales especificados en el Bloque I (*véase apartado 1.4*). Es decir, la vivienda adaptada para usuarios discapacitados contará con las aplicaciones domóticas más comunes y con las aplicaciones domóticas especialmente diseñadas para personas con necesidades especiales descritas en este capítulo.

Las pautas de diseño de la vivienda a continuación descritas están relacionadas con las medidas antropométricas que tienen en cuenta las posibilidades de movilidad de los distintos usuarios en función de la ayuda técnica que precisan.

Para la realización de todas las descripciones que incluyen alturas y profundidades, es necesario conocer estos movimientos para así garantizar la libre accesibilidad de las personas con discapacidad a los espacios construidos.

Con la finalidad de hacer más claros estos criterios y requerimientos, se incluyen, tanto en este capítulo como en el anexo del proyecto, una serie de dibujos acompañados de sus respectivas dimensiones, ya que proporcionan información para el diseño y distribución de los elementos y espacios accesibles.

8.1 Descripción general de la vivienda

La vivienda es un elemento fundamental en la vida de cualquier persona. Goza de gran importancia por ser el espacio donde la persona crea su propio ambiente y desarrolla sus relaciones interpersonales más cercanas.

Una vivienda accesible garantiza la autonomía, la seguridad, la dignidad, el confort y el ahorro de tiempo, no sólo de las personas que la habitan, sino también de aquellas que la visitan. Una persona con discapacidad, además de encontrar una casa adecuada a su situación, debe poder acudir a cualquier reunión familiar o de amigos sin dificultad, lo que sin duda contribuirá a su plena integración social.

8.1.1 Estructura física de la vivienda

Los principales elementos y los aspectos relacionados con la accesibilidad en las viviendas son los siguientes:

Desde la calle hasta la puerta de entrada a la vivienda debe existir un itinerario accesible. Debe evaluarse la altura del timbre, del portero o videoportero automático y del buzón en función del usuario y su alcance.

A ambos lados de la puerta de acceso a la vivienda debe existir un espacio libre a nivel del suelo que permita inscribir un círculo de un diámetro de 1.50 metros, para la maniobra de sillas de ruedas.

Si se trata de una vivienda en planta alta es necesario hacer accesible el itinerario salvando las escaleras mediante rampas y ascensores adaptados (Imagen 8.2). Se debe tener en cuenta el espacio necesario si se utilizan ayudas técnicas específicas para la movilidad, como las grúas, que requieren espacio para el asistente además del espacio que ocupa la propia grúa.



Imagen 8. 2 - Rampa mecánica para salvar las escaleras de entrada

Cada una de las dependencias debe contar con entrada y puerta accesibles, y debe estar conectada a través de pasillos que permitan la circulación de una persona con movilidad reducida y el acceso a dichas dependencias.

El interior de las dependencias debe contar con mobiliario e instalaciones cómodas, seguras, funcionales y de fácil manejo. La ubicación de interruptores, enchufes y termostatos debe hacerse de manera que resulten accesibles para usuarios en silla de ruedas. Dispondrán, asimismo, de un piloto luminoso que permita localizarlos en la oscuridad.

Para garantizar la máxima seguridad es conveniente que no existan elementos sueltos que puedan provocar tropiezos (alfombras, cables, etc.) o fijarlos muy bien al suelo mediante bandas de doble cara. También es conveniente la instalación de avisadores acústicos y/o luminosos y señales de emergencia en todas o algunas de las dependencias.

Conviene que las ventanas no sean pesadas, que sean de fácil apertura y que no invadan las áreas de circulación.

Algunos de los aspectos más importantes a tener en cuenta en las dependencias adaptadas a personas con movilidad son los siguientes:

Puertas: Resulta conveniente proteger la parte inferior de las puertas de los golpes mediante un zócalo de una altura mínima de 0.40 metros. Hay que evitar que las puertas invadan espacios de circulación, por lo que deberán disponer de mecanismos de retorno de cierre automático de lenta operatividad. Las dimensiones mínimas de las puertas se muestran en la Tabla 8.1. Nunca deben permanecer entreabiertas.

Puertas de acceso exteriores	
Anchura mínima libre de paso	1 metro (en edificios de viviendas)
Altura mínima	2.20 metros

Otras puertas	
Anchura mínima libre de paso	0.90 – 1.05 metros
Altura mínima	2.20 metros
Ángulo de apertura mínimo	90 °
<i>En todos los casos debe existir un espacio libre de 1,20 m a ambos lados de la puerta</i>	

Tabla 8. 1 - Dimensiones mínimas de las puertas

- Puertas de apertura manual: Preferentemente la vivienda debe contar con puertas de apertura automática. Sin embargo, si en determinadas situaciones o por deseo expreso del usuario es necesario utilizar puertas de apertura manual, a continuación se detallan las características de cada tipo de puerta en función de su modo de apertura:

Abatibles: Requieren una superficie de aproximación y apertura de acuerdo al área de barrido de la puerta. Deben disponer de mecanismos de apertura y cierre adecuados al tipo de aproximación que se requiera (frontal o lateral). Para abrir la puerta se requerirá una fuerza menor de 30 N. Si la puerta consta de mecanismos de cierre elástico o hidráulico el cierre de la puerta será suficientemente lento. No deben utilizarse puertas de vaivén.

Correderas: Este tipo de puertas disminuye el espacio requerido para la aproximación a la puerta y la apertura de la misma. Son recomendables en áreas pequeñas. No deben requerir esfuerzos excesivos para ser abiertas, concretamente menos de 25 N. Deben carecer de carriles inferiores, estar libres de resaltes en el suelo y acanaladuras de ancho superior a 1.55 centímetros. Un doble tabique u otro sistema debe proteger la apertura de la hoja para evitar atrapamientos.

Giratorias: Estas puertas no son recomendables para personas con movilidad reducida, excepto las preparadas exclusivamente para tal fin.

- Manillas, tiradores y pestillos: Deben tener un diseño ergonómico y poder ser manipulados con una sola mano o con otra parte del cuerpo. Su forma debe ser redondeada y suave. Los pomos giratorios deben evitarse, pues son muy difíciles de manejar para muchas personas. Los pestillos no se utilizarán, colocándose en su lugar otros dispositivos similares fácilmente manipulables. Por el exterior contará con un sistema de desbloqueo en caso de emergencia.
- Puertas de apertura automática: El sistema de accionamiento de las puertas puede ser por conmutador eléctrico, rayos infrarrojos, detectores de proximidad, etc., que se activan desde un punto cercano a la puerta. El sistema de detección no debe dejar espacios muertos. La amplitud del área abarcada por los detectores debe tener en cuenta la altura de los usuarios en silla de ruedas, personas de talla baja y niños. El tiempo de apertura se ajustará al tiempo empleado en cruzar la puerta por una persona con movilidad reducida. Los sistemas de control de estas puertas deben ser visualmente detectables. La puerta contará con un sistema de seguridad que evite el riesgo de aprisionamiento o colisión.

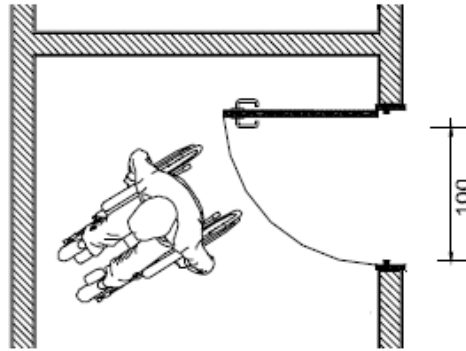


Imagen 8.3 - Anchura recomendada de las puertas de la vivienda (medidas en centímetros)

Recibidor y pasillo principal: Se debe garantizar el acceso y el espacio libre suficiente para la movilidad de una silla de ruedas en su interior. Sus dimensiones permitirán el giro completo de una silla de ruedas (véase apartado 8.2).

Salón/Comedor: Se debe garantizar el acceso al salón y el espacio libre suficiente para la movilidad de una silla de ruedas; así como eliminar elementos que obstaculicen la aproximación frontal de la silla a los muebles del salón (véase apartado 8.3).

Cocina: Se debe garantizar el acceso a la cocina y el espacio libre suficiente para la movilidad de una silla de ruedas; así como eliminar elementos que obstaculicen la aproximación frontal de la silla a los muebles de la cocina. Se debe evaluar la iluminación, las condiciones de seguridad y las características de los muebles (véase apartado 8.4).

Dormitorios: Se debe garantizar el acceso al dormitorio y el espacio libre suficiente para la movilidad de una silla de ruedas; así como eliminar cualquier elemento que obstaculice la aproximación frontal de la silla a la mesilla, escritorio, armario, etc. La utilización del mobiliario debe realizarse a través de la instalación de los adecuados cajones, tiradores, puertas, etc. Puede ser necesario instalar elementos que ayuden a la incorporación desde la cama (véase apartado 8.5).

Baños o aseos: Se debe garantizar el acceso y el espacio libre suficiente para la movilidad de una silla de ruedas y asegurar la ausencia de elementos que obstaculicen la aproximación frontal de una silla de ruedas al lavabo. Se debe evaluar el espacio de baño o ducha, el pavimento, las características de los pestillos, los grifos, soportes y asideros y la iluminación (véase apartado 8.6).

8.1.2 Estructura domótica. Funciones y servicios automatizados

La domótica ayuda a gestionar las instalaciones de una vivienda de una manera más cómoda para los usuarios, mediante la automatización de determinadas tareas. De esta forma se procura adaptar las instalaciones a las necesidades de los habitantes y no a éstos a las condiciones de las instalaciones.

La vivienda estará totalmente automatizada, permitiendo a las personas muy afectadas ser independientes a la hora de desarrollar su vida cotidiana en las acciones más comunes. Por tanto, todas las instalaciones de la vivienda deben ser accesibles, ofreciendo las últimas innovaciones tecnológicas en todos sus espacios.

La automatización y control de elementos puede incluir, entre otros, la iluminación, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, climatización, riego y el funcionamiento de los electrodomésticos. Se pueden incluir alarmas de intrusión pero también alarmas técnicas y alarmas personales en caso de necesidad de ayuda urgente. Además del control y automatización se pueden adaptar los interfaces a las necesidades y capacidades de las personas que van a utilizar el sistema, evitando la necesidad de desplazarse para controlar distintos dispositivos operativos en la casa. También es posible utilizar interfaces de reconocimiento de voz para personas que así lo precisen, incluso se puede utilizar el propio cuerpo como interfaz. Por ejemplo, se puede encender la luz cuando una persona está presente en una habitación o llamar a un ascensor cuando se acerca a la puerta. También se puede detectar si hay alguna puerta o ventana abierta y apagar todas las luces al salir de la vivienda.

A continuación se describen las funciones, servicios y componentes auxiliares comunes a todas las estancias de la vivienda. En cuanto al resto de elementos automatizados y sensores necesarios se detallarán en apartados posteriores, clasificados por estancias.

Funciones y servicios automatizados comunes a todas las estancias de la vivienda:

Apertura automática de puertas y ventanas:

En lo referente a los elementos de control y sensores requeridos, toda la vivienda debe constar de mecanismos de apertura y cierre automático y manual mediante motores de las ventanas y puertas automatizadas, similares a los mostrados en la Imagen 8.4.



Imagen 8. 4 - Ejemplo de colocación de automatismo para la apertura de puertas abatibles, [19]

Las puertas y ventanas pueden abrirse y cerrarse por medio de sensores de proximidad, en casos de usuarios con movilidad mínima, o mediante receptores que realicen la apertura controlados mediante conmutadores. Las puertas utilizadas para este fin pueden ser abatibles o correderas.

También pueden utilizarse para la apertura y el cierre de las puertas detectores de presencia, pero no es muy recomendable su uso pues una mala calibración podría suponer que las puertas se abriesen involuntariamente al paso del usuario.

Persianas automatizadas:

Las persianas pueden ser de subida y bajada motorizada, controlándose desde dispositivos inalámbricos y de modo automático en función de las necesidades de los usuarios y de la luminosidad exterior, para lo que es necesario disponer de un sensor de luminosidad.

Cortinas automatizadas:

En casos de discapacidad severa, las cortinas también pueden motorizarse para su control automático. Este control puede efectuarse por el usuario mediante el uso de conmutadores específicos o bien automáticamente en función de la luminosidad exterior, para lo que es necesario disponer de un sensor de luminosidad.

Advertencia y localización de situaciones potencialmente peligrosas:

Mediante sensores de caídas ubicados de modo similar a los representados en la Imagen 8.5, se puede realizar una detección de caídas de los usuarios que por su discapacidad les sea imposible volver a levantarse.



Imagen 8. 5 - Ejemplo de colocación de sensores de detección de caídas en la habitación, [19]

Los sensores enviarán una señal al sistema central de seguridad y alarmas informando de la situación anómala.

Sistemas de seguridad y alarmas:

Cuando los sensores instalados en la vivienda (sensores de intrusión, sensores de rotura de cristales, sensores de caídas, etc.) detecten situaciones de riesgo, el procedimiento automático de actuación será el siguiente:

- ✓ Si se detectan intrusiones en la vivienda, se realizará una llamada automática a los servicios de emergencia (policía), reproduciéndose un mensaje pregrabado que informe de la situación.
- ✓ En el caso de que los sensores de caídas detecten que el usuario requiere asistencia externa, se realizará una llamada automática a los cuidadores, familiares o servicios asistenciales, reproduciéndose un mensaje pregrabado que informe de la situación.
- ✓ Si se detecta humo, se realizará una llamada automática a los servicios de emergencia (bomberos), reproduciéndose un mensaje pregrabado informando de la situación.
- ✓ En caso de fugas de agua o gas, se cerrarán de manera automática las respectivas llaves de paso.

En los casos que así lo requieran se informará de la alarma al usuario, mediante un mensaje a su teléfono móvil, PDA o similar.

8.2 Recibidor y pasillo principal

Los pasillos resultan de gran importancia al garantizar la movilidad entre diferentes espacios al mismo nivel. Un inadecuado diseño de los mismos puede representar un insalvable obstáculo para la vida diaria de las personas con discapacidad, especialmente para las personas con movilidad reducida.

El recibidor es el habitáculo que comunica la vivienda con el entorno externo, de modo que debe estar diseñado correctamente para facilitar la accesibilidad a la vivienda, y estará dotado de adecuados sistemas de comunicación con el exterior.

8.2.1 Estructura física del recibidor

Los principales elementos y los aspectos relacionados con la accesibilidad del recibidor y el pasillo principal son los siguientes:

La anchura mínima del pasillo dependerá del trazado, del flujo de personas que por él circulen y de las características de las mismas. En ningún caso su anchura será menor de 0.90 metros. No debe presentar ningún obstáculo a una altura menor de 2.20 metros.

Cada 10 metros como máximo, el pasillo dispondrá de espacios en los que se pueda dibujar un círculo como mínimo de 1.50 metros de diámetro, para así facilitar a las personas en sillas de ruedas el cambio de sentido de la marcha. Las esquinas y aristas se deben redondear.

No existirán obstáculos en los pasillos. Los obstáculos a una altura menor de 2.20 metros se deben empotrar. Si esto no es posible, se colocarán elementos que impidan el paso por debajo del obstáculo (respetando siempre las medidas mínimas del pasillo).

Se eliminarán los desniveles a través de rebajes o rampas de pendiente adecuada. Pueden utilizarse pasamanos ergonómicos, de entre 40 y 50 milímetros de diámetro, situados a una altura de entre 0.95 y 1.05 metros y separados de la pared entre 45 y 55 milímetros. Es aconsejable instalar otro pasamanos entre los 0.65 y 0.75 metros de altura. En cualquier caso, hay que garantizar la correcta ubicación de los pasamanos para evitar que se conviertan en un obstáculo para cualquier persona con discapacidad.

8.2.2 Estructura domótica del recibidor

Las funciones y servicios automatizados requeridos en un recibidor para personas con discapacidades físicas son las siguientes:

Control de accesos:

Apertura controlada de la puerta de la vivienda, previa visualización del individuo que llama a la puerta mediante una mini cámara instalada en la mirilla.

Esta imagen podrá visualizarse mediante un panel colocado en la entrada o desde la PDA u otro dispositivo similar instalado en la silla.

(Si la vivienda forma parte de un bloque de pisos, deberá instalarse un sistema similar en el portero automático).

Apertura automatizada de la puerta principal de la vivienda:

La apertura de la puerta de entrada y salida de la vivienda puede realizarse mediante un "transponder" que sustituya a la clásica llave. Este sistema es mucho más accesible al tratarse de un dispositivo compuesto por un receptor instalado cerca de la puerta y una tarjeta (generalmente anclada a la silla de ruedas) que acciona la apertura de la puerta al aproximar dicha tarjeta al receptor.

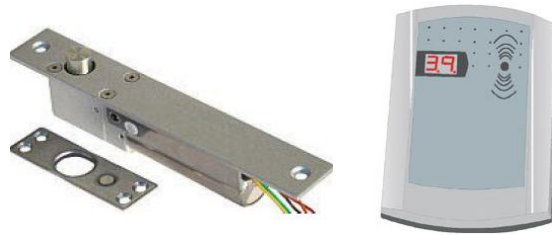


Imagen 8. 6 - Cierre eléctrico (izquierda) y "transponder" (derecha), [15]

Otra opción factible es el uso de un cierre accionable mediante un impulso eléctrico, que puede ser controlado mediante cualquier pulsador, conmutador o mando. Ambos dispositivos se encuentran representados en la Imagen 8.6.

Control de iluminación:

Encendido, apagado y regulación de modo manual o automático en función de la luminosidad requerida y de la presencia o no de personas en la estancia. (Se considera por la distribución general de esta estancia que no hay presente luminosidad exterior, por lo que no se contempla la regulación de la luz mediante sensores de iluminación). Para realizar esta función resulta imprescindible contar con un sensor de presencia.

8.3 Salón / comedor

El salón o el salón/comedor es la parte de las viviendas donde más tiempo de la vida cotidiana se emplea. Es necesario, por tanto, solucionar cualquier problema de accesibilidad que impida una estancia agradable para los usuarios con limitaciones de movilidad, por lo que deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones para hacer de este habitáculo un lugar confortable.

Muchas de las adaptaciones que hay que hacer, si no todas, pasan por modificar o cambiar el mobiliario, su disposición o ambos en el espacio de la estancia.

8.3.1 Estructura física del comedor

Los principales aspectos relacionados con la accesibilidad en un salón/comedor son los siguientes:

La altura de todas las mesas, estantes y demás mobiliario de la estancia debe quedar dentro del alcance del usuario.

Asimismo, los interruptores y bases de enchufe deberán estar también dentro de este alcance (*véanse las medidas antropométricas en el anexo*). Además es conveniente que incorporen un piloto luminoso para localizarlos fácilmente en penumbra u oscuridad.

Las alfombras deben fijarse al suelo mediante una red antideslizante de goma o con cinta adhesiva de doble cara, para evitar que se mueva y provoque un resbalón o un tropiezo. El suelo debe ser preferentemente de tipo no deslizante.

Deben colocarse cantoneras de goma en las esquinas de los muebles, para evitar daños en caso de golpe o tropiezo, especialmente en la mesa baja frente al sofá, la mesa de comedor, etc. En cualquier caso es mejor disponer de mobiliario que no disponga de aristas ni esquinas.

Como en cualquier estancia de una vivienda de una persona con movilidad reducida, la anchura mínima recomendable de cualquier espacio de paso debe ser igual o mayor de 0.80 metros. Del mismo modo, es recomendable que exista un espacio libre mínimo de 0.90 metros con lugares de giro de 1.50 metros de diámetro, como máximo cada 10 metros, necesario para poder girar una silla de ruedas con comodidad.

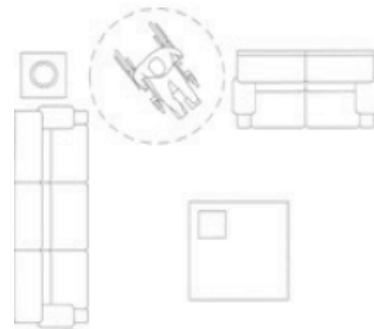


Imagen 8. 7 - Ejemplo de distribución del mobiliario del salón para permitir el paso de una silla de ruedas.

La altura libre por debajo de las mesas deberá ser mayor o igual a 0.73 metros (como puede apreciarse en la Imagen 8.8.), para facilitar el acercamiento de los usuarios en silla de ruedas.

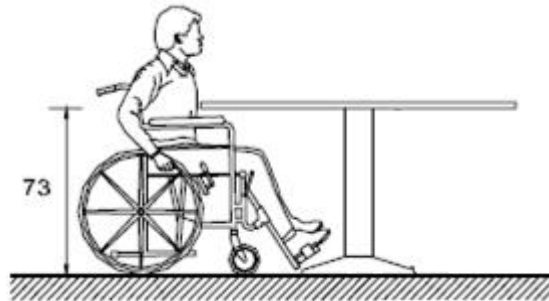


Imagen 8. 8 - Altura mínima de las mesas del salón/comedor (medidas en centímetros).

Es conveniente colocar discos deslizantes en la base de las patas de los muebles, facilitando así su deslizamiento sin esfuerzo. Otro sistema para minimizar esfuerzos de cara a recoger cosas del suelo es utilizar unas pinzas de largo alcance.

8.3.2 Estructura domótica del comedor

Las funciones y servicios automatizados requeridos en un salón/comedor para personas con discapacidades físicas son las siguientes:

Control de iluminación:

Encendido, apagado y regulación de modo manual o automático en función de la luminosidad requerida y de la presencia o no de personas en la estancia. Para realizar estas funciones será preciso disponer de sensores de presencia y luminosidad.

Control de temperatura:

Se automatizará la regulación de la apertura de trampillas para aire acondicionado y/o calefacción (climatización zonal). Esta regulación podrá efectuarse de modo manual o automático en función de las necesidades de cada usuario y de la temperatura exterior. Para realizar estas funciones es necesario que la instalación domótica disponga de un sensor de temperatura (termostato) y de una estación meteorológica instalada en el exterior de la vivienda.

Se podrá controlar asimismo la activación o desactivación de los elementos calefactores en función de una temperatura de consigna previamente programada.

Confort térmico:

Derivado del control de temperatura, es un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se trata con lesionados medulares, puesto que un adecuado confort térmico les aporta bienestar físico y psicológico. Se deberá prestar especial atención a esta premisa en las estancias en las que los usuarios dediquen la mayor parte de su tiempo, como es el caso del salón/comedor.

Control de televisión, audio y video:

Los dispositivos multimedia deben ser compatibles con diferentes fabricantes y sus mandos de control estarán integrados en un único dispositivo.

Mesa principal regulable en altura:

La mesa principal del salón/comedor constará de un automatismo que permita regular su altura en función de las necesidades de los usuarios (Imagen 8.9). La regulación de la misma se podrá ejercer desde un pulsador o conmutador integrado en el sistema domótico.



Imagen 8. 9 - Mesa regulable en altura, [15]

Control todo-nada de las tomas de corriente:

El encendido y apagado de las bases de tomas de corriente para uso general ($220V_{CA}$, 16A) estará automatizado, de modo que se dote al sistema de una mayor seguridad y eficiencia energética.

8.4 Cocina

El diseño de una cocina convencional en una vivienda entraña grandes dificultades para que personas con distintos tipos de discapacidad puedan mantener suficientes niveles de autonomía personal.

Por otra parte, en las cocinas existen multitud de riesgos en forma de productos químicos de limpieza, objetos cortantes, gas, aparatos eléctricos, etc. a los que son más sensibles las personas con discapacidad y las personas mayores.

8.4.1 Estructura física de la cocina

Los principales aspectos relacionados con la accesibilidad en una cocina son los siguientes:

La iluminación general de la cocina debe ser de al menos 300 lux. Es útil colocar una luz puntual en la zona de la encimera que ilumine directamente la superficie de preparación de los alimentos.

Entre la encimera de la cocina y el límite de muro o mobiliario, debe existir un espacio libre de obstáculos de 1.50 metros (Imagen 8.10), para facilitar las maniobras de los usuarios con movilidad reducida que precisen silla de ruedas o muletas.

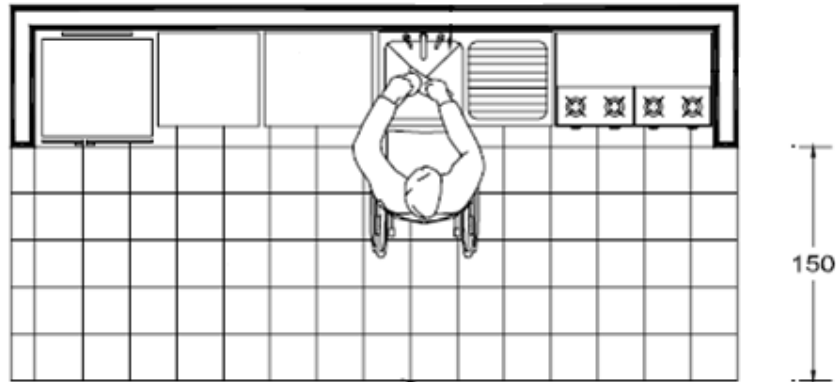


Imagen 8. 10 - Espacio libre mínimo en la cocina (medidas en centímetros).

Las asas del mobiliario que no esté automatizado, deben escogerse en función de la destreza y el alcance de los usuarios.

Los electrodomésticos deben colocarse dentro del espacio de alcance. Las llaves de paso de agua y gas, así como los interruptores y bases de enchufe deberán estar también dentro del alcance de la persona y libres de obstáculos que impidan su rápido y correcto uso (*véanse las medidas antropométricas en el anexo*).

Las bases de toma de corriente muy cercanas a fregaderos deberían anularse o protegerse mediante tapas estancas.

Es imprescindible evitar la colocación de cortinas cerca de los puntos calientes. Asimismo, ha de instalarse un pequeño extintor en el lugar adecuado para poder utilizarlo en caso de emergencia.

Es conveniente colocar tableros extraíbles que se puedan utilizar como mesa auxiliar. Las encimeras deben tener las terminaciones redondeadas para evitar daños. El suelo debe ser antideslizante en seco y en mojado.

Deben guardarse los utensilios de cocina que menos se utilizan en el fondo de los armarios o en los estantes más inaccesibles, para dejar más a mano los que se utilizan a diario. Muchos muebles de cocina disponen de gavetas (cajones extraíbles que permiten acceder lateralmente), con lo que el alcance que se requiere es menor y no es necesario quitar los objetos que están delante para llegar al fondo del armario o cajón. Existen incluso muebles completamente extraíbles, con rodamientos suaves que requieren poca fuerza para desplazarlos.

Resulta fundamental disponer de ayudas técnicas que faciliten las tareas propias de la cocina, como los peladores, tablas para cortar con pinchos para sujetar el alimento, mesitas con ruedas para desplazar objetos con seguridad y comodidad, abrebotes eléctricos, etc.

La altura de la encimera y demás mobiliario dependiente de ésta debe quedar dentro del alcance del usuario.

Generalmente, la encimera debe estar ubicada a una altura aproximada de 0.80 metros para permitir el acercamiento de una silla de ruedas sin dificultad, pero dependiendo del tipo

de mueble que esté instalado, esta altura puede variar desde los 0.40 metros hasta los 1.20 metros (Imagen 8.11). La zona bajo la encimera debe ser hueca y libre de objetos.

Si en la cocina se dispone de mesa, la altura libre por debajo de la misma deberá ser mayor de 0.73 metros.

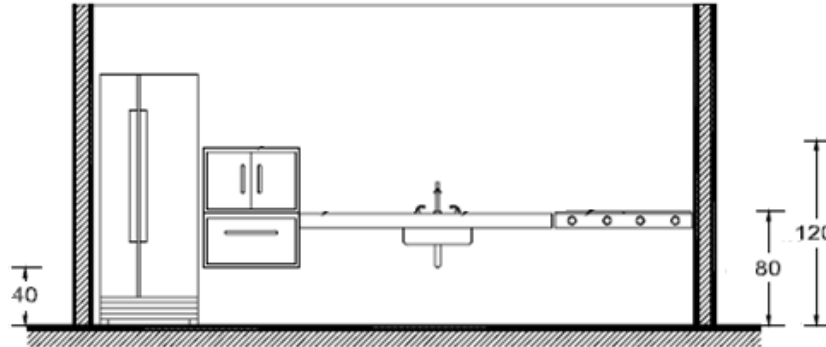


Imagen 8. 11 - Altura del mobiliario de cocina (medidas en centímetros).

Las cocinas de gas no deberían colocarse junto a la ventana, pues podría apagarse el fuego y provocar un accidente. Se pueden instalar también cocinas de inducción o vitrocerámicas, que tienen la ventaja de disponer de testigos luminosos de calor residual, existiendo modelos con mandos de presión, giro o sensores digitales.

8.4.2 Estructura domótica de la cocina

Las funciones y servicios automatizados requeridos en una cocina para personas con discapacidades físicas son las siguientes:

Control de iluminación:

Encendido, apagado y regulación de modo manual o automático en función de la luminosidad requerida y de la presencia o no de personas en la estancia. Para realizar estas funciones será preciso disponer de sensores de presencia y luminosidad.

Mobiliario adaptado:

Determinados muebles de la cocina (armarios escurrer platos y algunos estantes) deberán estar motorizados para poder regular su altura y de este modo mejorar su accesibilidad de cara a las personas en silla de ruedas.

La regulación en altura de este mobiliario se podrá ejercer desde un pulsador o conmutador integrado en el sistema domótico.

Mecanismos de apertura y cierre de puertas y cajones:

Si resultase necesario en casos de discapacidades severas, las puertas del mobiliario, así como las puertas de electrodomésticos deberán también estar automatizadas para su apertura y cierre desde un pulsador o conmutador adaptado.

Automatización de grifos:

El grifo del fregadero debe ser automático, siendo preferentemente fotoeléctrico. Si no se opta por un grifo fotoeléctrico deberá instalarse un sistema para interactuar con este aparato por medio de un pulsador o conmutador.

Asimismo, debe tenerse en cuenta el control de la temperatura del agua, pudiendo ser automático (controlado por un termostato) o de selección manual mediante el dispositivo domótico apropiado.

Automatización de electrodomésticos:

Debe dotarse a la cocina de los últimos avances tecnológicos en cuanto a automatización de electrodomésticos se refiere.

Se pueden optar por dos opciones:

Adquirir electrodomésticos totalmente automatizados (que elevarían notablemente el precio final de la instalación domótica) como el expuesto en la Imagen 8.12.

Adquirir electrodomésticos no domóticos para posteriormente adaptar sus funciones básicas (eliminando las funciones que no sean necesarias), además de la apertura y cierre de sus puertas.



Imagen 8. 12 – Ejemplo de nevera domótica con panel táctil

Control todo-nada de las tomas de corriente:

El encendido y apagado de las bases de tomas de corriente para uso general (220V_{CA}, 16A) estará automatizado, de modo que se dote al sistema de una mayor seguridad y eficiencia energética.

Advertencia y localización de situaciones potencialmente peligrosas:

Complementando a los sensores de intrusión y caídas, se instalarán en la cocina otros elementos detectores de situaciones potencialmente peligrosas en este entorno.

Estos elementos son:

- Sensor de humos para la detección temprana de humos.
- Sensor de agua para la detección temprana de inundación.
- Sensor de gas para la detección temprana de fuga de gas.

8.5 Dormitorios

Los dormitorios de las personas con discapacidad o personas de la tercera edad deben estar adaptados a sus capacidades para resultar accesibles, por lo que resulta necesario solucionar cualquier problema que impida una estancia agradable y cómoda.

Al igual que en otras estancias, muchas de las adaptaciones que hay que hacer, si no todas, pasan por modificar o cambiar el mobiliario, su disposición o ambos en el espacio de la estancia.

8.5.1 Estructura física de los dormitorios

Las principales recomendaciones para mejorar la accesibilidad en dormitorios son las siguientes:

La anchura mínima recomendable de cualquier espacio de paso debe ser de 1 metro, con lugares de giro de 1.50 metros de diámetro como mínimo para poder girar una silla de ruedas con comodidad (Imagen 8.13). Asimismo, deben disponerse de itinerarios libres de obstáculos entre la cama y la entrada de la habitación.

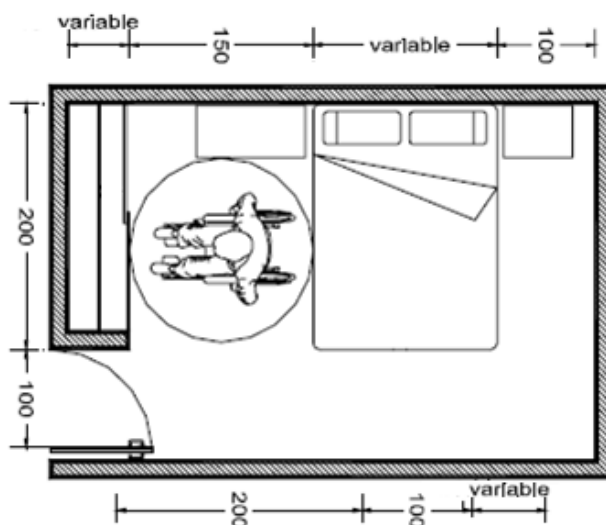


Imagen 8. 13 - Dimensiones del dormitorio principal (medidas en centímetros).

El cabecero y la repisa resultan muy útiles a muchas personas con movilidad reducida, porque les permite agarrarse a ellos para acostarse o levantarse y cambiar de posición en la propia cama. Es aconsejable disponer de una cama articulada regulable por el propio usuario cuando está acostado.

Si existen alfombras, deben fijarse al suelo con una red antideslizante de goma o con cinta adhesiva de doble cara, para evitar que se muevan y provoquen un resbalón o un tropiezo.

Para las personas con movilidad muy reducida resulta interesante también disponer de **grúas de transferencia**, que permitan mover a la persona desde la cama a la silla de ruedas y viceversa (Imagen 8.14). La grúa puede ser fija, móvil o de techo.

En algunos casos de tetraplejía, es recomendable utilizar una grúa de techo que permita la transferencia entre el aseo o baño y el dormitorio del usuario.

Es conveniente que los cajones no automatizados tengan un asa de bordes redondeados en lugar de pomo, que puedan abrirse con una sola mano y que, además, dispongan de un tope para que no puedan caerse y rodamientos para que la fuerza empleada al abrirlos sea mínima.



Imagen 8. 14 – Ejemplo de grúa de transferencia, [19]

Deben colocarse cantoneras de goma en las esquinas de los muebles, para evitar daños en caso de golpe o tropiezo, especialmente en la mesita de noche, esquinas de la cama, etc.

Los interruptores y bases de enchufe deberán estar dentro del alcance del usuario (*véanse las medidas antropométricas en el anexo*). Es conveniente incorporar un piloto luminoso para localizarlos fácilmente en la penumbra u oscuridad.

Han de colocarse discos deslizantes en la base de las patas de los muebles, facilitando así su deslizamiento sin esfuerzo.

8.5.2 Estructura domótica de los dormitorios

Las funciones y servicios automatizados requeridos en un dormitorio para personas con discapacidades físicas son las siguientes:

Control de iluminación:

Encendido, apagado y regulación de modo manual o automático en función de la luminosidad requerida y de la presencia o no de personas en la estancia. Para realizar estas funciones será preciso disponer de sensores de presencia y luminosidad.

Control de temperatura:

Se automatizará la regulación de la apertura de trampillas para aire acondicionado y/o calefacción (climatización zonal). Esta regulación podrá efectuarse de modo manual o automático en función de las necesidades de cada usuario y de la temperatura exterior. Para realizar estas funciones es necesario que la instalación domótica disponga de un sensor de temperatura (termostato) y de una estación meteorológica instalada en el exterior de la vivienda.

Se podrá controlar asimismo la activación o desactivación de los elementos calefactores en función de una temperatura de consigna previamente programada.

Confort térmico:

Derivado del control de temperatura, es un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se trata con lesionados medulares, puesto que un adecuado confort térmico les aporta bienestar físico y psicológico. Se deberá prestar especial atención a esta premisa en las estancias en las que los usuarios dediquen la mayor parte de su tiempo, como es el caso del dormitorio.

Regulación de la posición de la cama.

La cama constará de un dispositivo motorizado que permita regular su posición en función de las preferencias del usuario (Imagen 8.15). Las posibilidades de actuación automáticas no anularán en ningún caso a las funciones de control manual de dicha cama.

La regulación de la misma se podrá ejercer desde un pulsador o conmutador adaptado o desde un mando destinado exclusivamente a este fin.



Imagen 8. 15 - Representación de una cama motorizada (izquierda) y detalle del mecanismo de regulación (derecha).

Control todo-nada de las tomas de corriente:

El encendido y apagado de las bases de tomas de corriente para uso general (220V_{CA}, 16A) estará automatizado, de modo que se dote al sistema de una mayor seguridad y eficiencia energética.

Automatización de la grúa de transferencia:

Si se dispone de grúa de transferencia, ya sea de comunicación entre el dormitorio y el aseo más cercano, o de único uso en el dormitorio, se debe automatizar el raíl por el que se desplaza para una mayor comodidad de los usuarios, ya que de este modo, la necesidad de ayuda por parte de asistentes o familiares se reduce. El control de este dispositivo se podrá ejercer desde un pulsador o conmutador integrado en el sistema domótico.

8.6 Baños o aseos

Un aseo o baño es un espacio para la higiene, vital e imprescindible en cualquier vivienda, donde además de las funciones fisiológicas se realizan otras actividades que tienen que ver con el cuerpo y sus cuidados.

Estos espacios deben permitir el acceso, la movilidad interior y el uso del mismo a todos los posibles usuarios. Si existen varios baños o aseos, al menos uno deberá ser utilizable por personas con cualquier tipo de limitación funcional.

8.6.1 Estructura física de los aseos

Los principales aspectos relacionados con la accesibilidad en un baño o aseo son los siguientes:

La puerta de entrada al aseo deberá tener una anchura libre de paso suficiente para permitir el acceso de las personas usuarias de silla de ruedas, bastones, etc.

El sistema de apertura de la puerta será de fácil accionamiento y manipulación, el cerrojo será desbloqueable desde el exterior y su diseño y tamaño permitirá su utilización a las personas con problemas de movilidad en las manos.

La apertura de la puerta será preferiblemente hacia el exterior o se instalará una puerta corredera.

Las dimensiones interiores del aseo o baño permitirán la inscripción de un círculo de 1.50 metros de diámetro libre de obstáculos y fuera de la zona de barrido de la puerta. Esto permitirá a sus usuarios moverse de forma cómoda y segura.

Siempre que sea posible se montará el lavabo sobre un bastidor que permitirá regular la altura de uso. El lavabo no tendrá pie ni mobiliario inferior que impida el acercamiento frontal de una persona usuaria de silla de ruedas, dejando una altura libre inferior mínima de 0.73 metros.

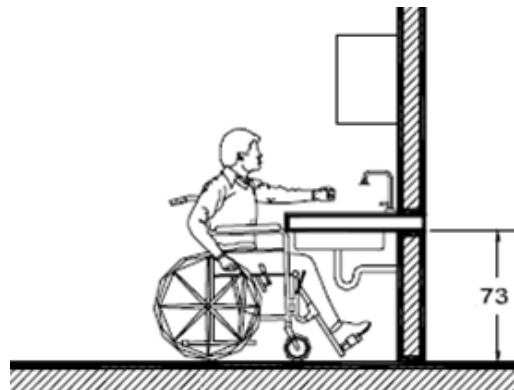


Imagen 8. 16 - Dimensiones del lavabo (medidas en centímetros).

El plano del asiento del inodoro, así como el de la bañera o ducha, estará colocado a 0.45 metros de altura para facilitar la transferencia, el asiento y levantamiento. El inodoro tendrá a un lado, y si es posible en los dos lados, un espacio libre suficiente para situar la silla de ruedas y realizar la transferencia, que debe ser mayor o igual a 0.75 metros.

El pavimento será no deslizante tanto en seco como en mojado y ni resaltes distintos a los del propio material.

Los mecanismos eléctricos permitirán una fácil manipulación y estarán dentro de la longitud de alcance de las personas usuarias de sillas de ruedas. Del mismo modo, todos los accesorios, así como los toalleros, se colocarán dentro de la longitud de alcance de las personas usuarias de sillas de ruedas (*véanse las medidas antropométricas en el anexo*).

El baño o aseo debe contar con un sistema de alarma visual y acústica en su interior que permita su utilización por todos los usuarios.

El inodoro y la bañera o ducha dispondrán de dos barras de ayuda firmemente ancladas que permitan apoyarse o agarrarse con fuerza en la transferencia. La barra situada en el lado del espacio de aproximación deberá ser abatible, (si la aproximación se puede realizar por los dos lados, ambas barras serán abatibles y se colocarán a 0.80 metros de altura, como puede apreciarse en la Imagen 8.17). Es conveniente que una de las barras del inodoro disponga de un accesorio para colocar el papel higiénico.

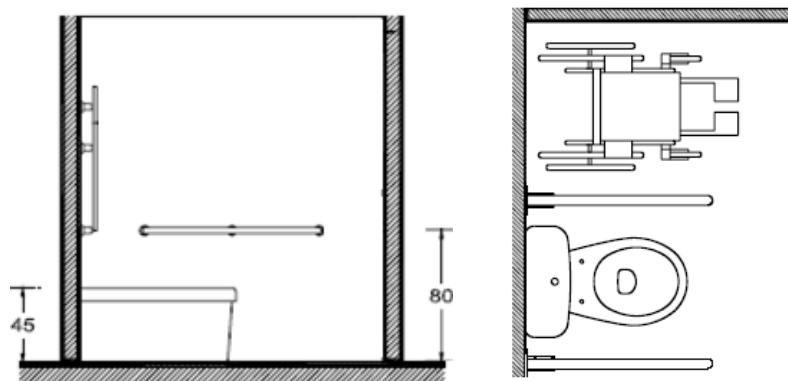


Imagen 8. 17 - Ubicación de las barras de ayuda (medidas en centímetros).

Izquierda: ducha o bañera (perfil). Derecha: inodoro (planta).

El nivel de iluminación en el interior del aseo o baño debe ser el siguiente: la iluminación general estará entre 100 y 300 luxes y la iluminación puntual entre 200 y 500 luxes.

Las características de la instalación según se utilice en el baño o aseo una bañera o un plato de ducha son las siguientes:

- **Ducha:** El plato de la ducha, que deberá tener unas dimensiones de 1.35x1.35 metros o 2.35x2.35 metros si se necesita la intervención de asistentes, no debe tener bordes para posibilitar el acceso con silla de ruedas de baño. El suelo debe impermeabilizarse con pendientes de desagüe de un 2% aproximadamente, pero sin dejar resaltes. La rejilla o sumidero debe tener orificios menores a 0.02 metros. Los grifos deben ser alcanzables desde una posición sentada y desde el exterior del recinto de la ducha. Deberá estar dotada de asiento abatible o no fijo. La profundidad del asiento debe permitir el lavado de la espalda. Existen sillas de ruedas para ducha y también sin ruedas que hacen más cómoda y segura la higiene.

- **Bañera:** El acceso a la bañera entraña grandes dificultades para personas con movilidad reducida. Este acceso podrá ser frontal o lateral, pero siempre requerirá el uso de un banco o asiento de apoyo. El borde superior de la bañera deberá ser inferior a 0.45 metros. El fondo de la bañera debe situarse a la misma altura del suelo del cuarto de baño para evitar caídas, frecuentes entre las personas mayores. Este fondo debe ser antideslizante. La grifería de la bañera debe ser alcanzable en un radio de 0.60 metros y colocada sobre la pared frontal o lateral.

La medida mínima del espejo del aseo debe ser de 0.46 metros de ancho por 1.37 metros de alto y estará colocado de tal forma que tanto una persona sentada como una persona de pie puedan verse en él, tal y como puede apreciarse en la Imagen 8.18. Además, el espejo debe ser inclinable aproximadamente en 10°.



Imagen 8. 18 – Lavabo adaptado

Del mismo modo que en los dormitorios, para las personas con movilidad muy reducida resulta interesante también disponer de **grúas de transferencia**, que faciliten los movimientos del usuario dentro del aseo o baño.

Esta grúa puede ser fija, móvil o de techo y cabe la posibilidad de automatizarla. En la Imagen 8.21, se muestra un ejemplo de una grúa de techo automatizada.

Si se utiliza una grúa de transferencia del tipo móvil de suelo, habrá que dejar espacio libre bajo la bañera para que quepa la base de ésta.

En algunos casos de tetraplejía, es recomendable utilizar una grúa de techo que permita la transferencia entre el aseo o baño y el dormitorio del usuario.

8.6.2 Estructura domótica de los aseos

Las funciones y servicios automatizados requeridos en un aseo para personas con discapacidades físicas son las siguientes:

Control de iluminación:

Encendido, apagado y regulación de modo manual o automático en función de la luminosidad requerida y de la presencia o no de personas en la estancia. Para realizar estas funciones será preciso disponer de sensores de presencia y luminosidad.

Control de temperatura ambiente:

Se automatizará la regulación de la apertura de trampillas para aire acondicionado y/o calefacción (climatización zonal). Esta regulación podrá efectuarse de modo manual o automático en función de las necesidades de cada usuario y de la temperatura exterior. Para realizar estas funciones es necesario que la instalación domótica disponga de un sensor de temperatura (termostato) y de una estación meteorológica instalada en el exterior de la vivienda.

Control de la temperatura del agua:

Se debe controlar y regular la temperatura del agua de la ducha o bañera, así como del grifo del lavabo. Este control puede ser automático (controlado por un termostato) o de selección manual mediante el dispositivo domótico apropiado.

El control de la temperatura del agua (fundamentalmente en el caso de la bañera o ducha) es esencial para los usuarios que no posean sensibilidad en determinadas zonas de su cuerpo.

Advertencia y localización de situaciones potencialmente peligrosas:

Complementando a los sensores de intrusión y caídas, se instalarán en el aseo otros elementos detectores de situaciones potencialmente peligrosas en este entorno.

Estos elementos son:

- Sensor de agua para la detección temprana de inundación.
- Sensor de caídas específico en la zona de la bañera o ducha.

Automatización de grifos:

El grifo del lavabo debe ser automático (Imagen 8.19), siendo preferentemente fotoeléctrico. Si no se opta por un grifo fotoeléctrico deberá instalarse un sistema para interactuar con este aparato por medio de un pulsador o conmutador.



Imagen 8. 19 - Grifo automatizado con control remoto de temperatura, [15]

El grifo de la ducha o bañera debe estar dotado de un dispositivo domótico mediante el cual pueda controlarse su apertura y cierre a través de un pulsador o conmutador.

Automatización de inodoro:

El inodoro debe estar equipado con un receptor automatizado para poder evacuar el agua de éste mediante un pulsador. También existe la posibilidad de instalar un inodoro automático dotado de sensores fotoeléctricos que evacúe el agua al detectar que el usuario ha dejado de usarlo.



Imagen 8. 20 - Inodoro-bidé, [16]

La mejor opción para este supuesto (siendo también la menos económica), es la utilización de un inodoro-bidé, equipado con dispositivos para lavado anal o perineal y posterior secado con aire caliente. Este dispositivo se muestra en la Imagen 8.20.

Automatización de la grúa de transferencia:

Si se dispone de grúa de transferencia, ya sea de comunicación entre el dormitorio y el aseo más cercano, o de único uso en el aseo (Imagen 8.21), se debe automatizar el raíl por el que se desplaza para una mayor comodidad de los usuarios, ya que de este modo, la necesidad de

ayuda por parte de asistentes o familiares se reduce. El control de este dispositivo se podrá ejercer desde un pulsador o conmutador integrado en el sistema domótico.



Imagen 8. 21 - Grúa de transferencia (izquierda) y ejemplo de aseo adaptado para discapacitados (derecha), [19]

Automatización de otros elementos complementarios a la higiene:

Los elementos complementarios a la higiene en el entorno del baño deben ser también automatizados. Éstos son:

- Seca-manos automático: dispositivo para el secado de manos mediante chorro de calor impulsado por aire. Su activación se realiza mediante un sensor de presencia por infrarrojos.
- Dispensador de jabón automático: dispositivo para la dosificación del gel o jabón. Su activación se realiza mediante sensor un de presencia por infrarrojos.

8.7 Otros dispositivos integrados en la vivienda

Los elementos detallados en este apartado pueden formar parte de la vivienda, pero su uso no se limita a una o varias estancias, pudiendo estar integrados en cualquier zona de la casa a elección de usuario.

Equipo especial de lectura: Pasa-páginas estándar.

Este dispositivo (Imagen 8.22) permite poder pasar las páginas de libros, revistas y demás con tan solo un pulsador. Se regula en altura e inclinación. Para pasar las páginas se tiene conectado un pulsador que permite mover la barra central, hacia delante y hacia atrás, y hacer que gire para pasar las páginas.



Imagen 8. 22 - Pasa-páginas estándar (izquierda). Control del dispositivo utilizando el mentón (Derecha), [17]

El usuario realiza una pulsación con cualquier movimiento voluntario y el pasa-páginas eléctrico realiza la acción de pasar la página, tanto hacia atrás como hacia delante. Los usuarios potenciales son personas con movilidad muy reducida, y con dificultad para sujetar un libro y pasar las páginas de forma autónoma.

Nota: Este equipo especial para la lectura, que hasta ahora era de gran utilidad para que las personas con discapacidades físicas severas pudieran leer documentos escritos, es actualmente un dispositivo relativamente obsoleto. Los libros electrónicos (eBooks) han sustituido a estos mecanismos, dado su pequeño tamaño y fácil manejo, así como su precio asequible.

Dispositivo eléctrico para autoalimentación:

Los dispositivos para autoalimentación han sido creados con el fin de ayudar a usuarios cuya discapacidad no les permite mover con precisión las extremidades superiores. Consiste en un mecanismo eléctrico manejado por la barbilla, que consta de una base, pivotes para sujetar el plato y un brazo articulado (robótico) donde va sujeta la cuchara.

En la actualidad existen pocos dispositivos robóticos de este tipo, y puesto que su coste es relativamente alto, su comercialización aún no se encuentra muy extendida.



Imagen 8.23 - Dispositivo eléctrico para autoalimentación "My-Spoon", [17], [20]

Uno de los dispositivos eléctricos para autoalimentación más reconocidos es el que se muestra en la Imagen 8.23, denominado "My-Spoon". Este modelo dispone de un programador que permite el uso de hasta cinco personas con habilidades y alturas diferentes y tiene un amplio rango de movimientos de auto nivelación de la cuchara. Los usuarios pueden seleccionar entre tres niveles de control: el manual, el semiautomático o el totalmente automático.

Sistema de telefonía adaptado:

Puesto que la vivienda está pensada para diferentes grados de limitaciones de movilidad, el sistema telefónico debe permitir tanto llamada automática con mensajes pregrabados, como una conversación estándar. La marcación podrá ser automática o manual. El uso del teléfono debe estar automatizado (*ver teléfonos adaptados en el Capítulo 7*), permitiendo su uso desde cualquier parte de la vivienda mediante conversaciones vía radio.

Sistema de seguridad personal de pánico y protección personal (teleasistencia):

Este sistema consiste en disponer de pulsadores que al ser activados generan señales de aviso locales y/o remotas. Las señales serán recibidas por el asistente o familiar predeterminado que tomará las medidas oportunas. El aviso también puede dirigirse a un centro de salud.

Los pulsadores pueden ser de tipo portátil o fijados en determinadas zonas de la vivienda. Los ejemplos más clásicos de estos dispositivos son los que se encuentran anclados a la silla de ruedas, y los pulsadores en forma de reloj o pulsera que envían una señal vía radio en caso de caída o indisposición del usuario.

8.8 Planos de la vivienda

A continuación se representan los planos de una vivienda estándar de 55 metros cuadrados que consta de dos dormitorios, un baño y una cocina con terraza, además del recibidor y el salón/comedor.

Se incluyen los componentes del sistema domótico más relevantes en consonancia con las estructuras y funciones descritas a lo largo de este capítulo, quedando finalmente diseñada una vivienda adaptada y automatizada para personas discapacitadas que presenten algún tipo de limitación de movilidad.

La leyenda para la identificación y comprensión de los símbolos representados en los planos posteriores se expone en la Tabla 8.2. Dichos símbolos se muestran por orden de aparición.




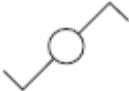






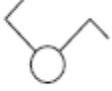








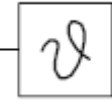


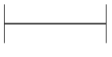

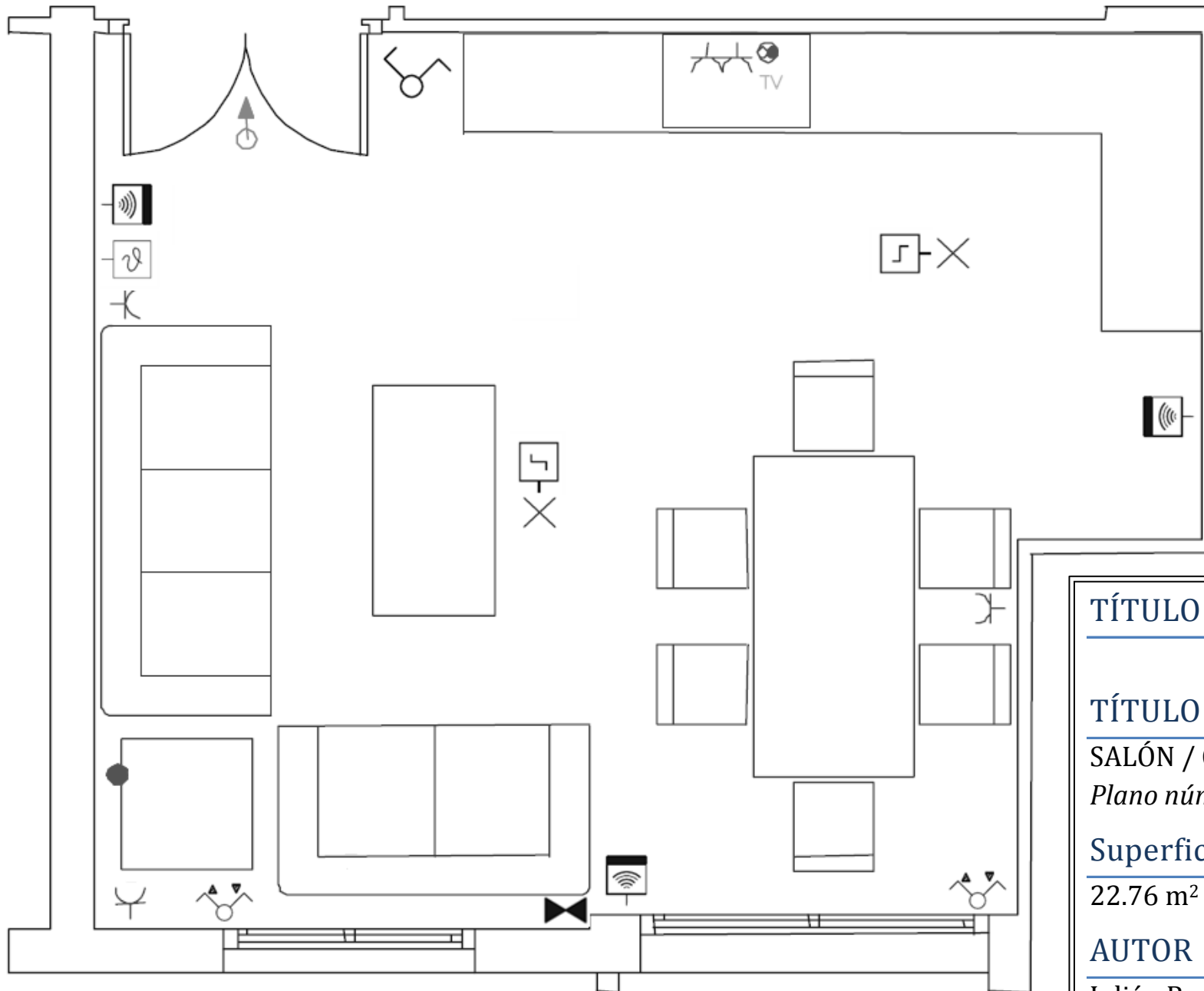
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Portero y mini cámara		Sensor de caídas		Interruptor simple
	Conmutador		Sensor de presencia		Base de toma de corriente (25 A 2P+T)
	Sensor de intrusión		Sensor de presencia y luminosidad		Sensor de humos
	Timbre y panel de visualización		Interruptor doble		Sensor de agua
	Transponder accionado con tarjeta		Toma telefónica		Sensor de gas
	Sensor de proximidad		Interruptor de persianas		Conmutador doble
	Punto de luz		Sensor de temperatura		Dispensador de jabón automático
	Base de toma de corriente (16 A 2P+T)		Lámpara fluorescente		Seca-manos automático

Tabla 8. 2 - Leyenda de los planos de la vivienda



TÍTULO DEL PROYECTO

VIVIENDA ADAPTADA

TÍTULO

SALÓN / COMEDOR

Plano número: 02 / 06

Superficie real Fecha

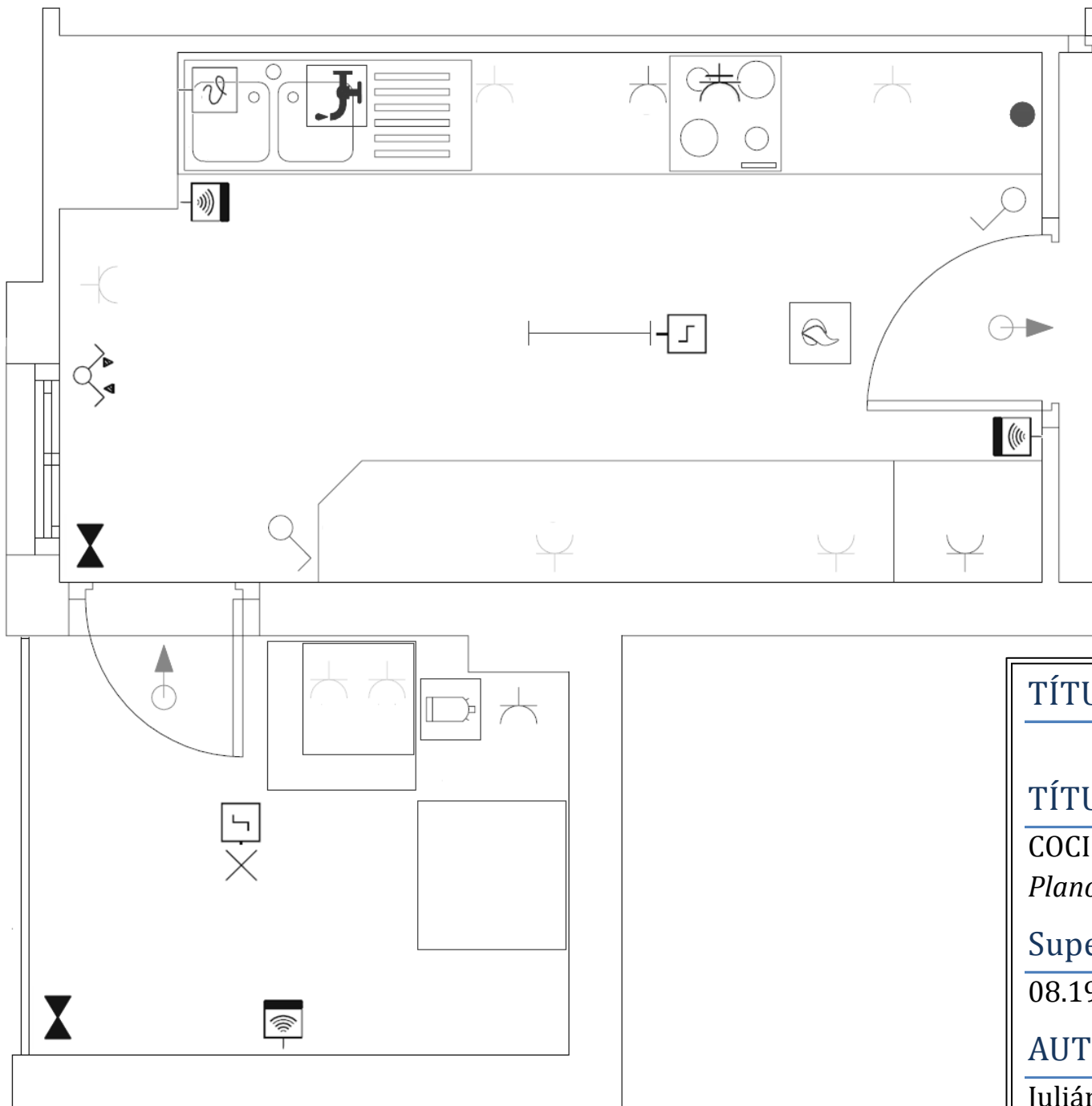
22.76 m²

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO
VIVIENDA ADAPTADA

TÍTULO

COCINA

Plano número: 03 / 06

Superficie real Fecha

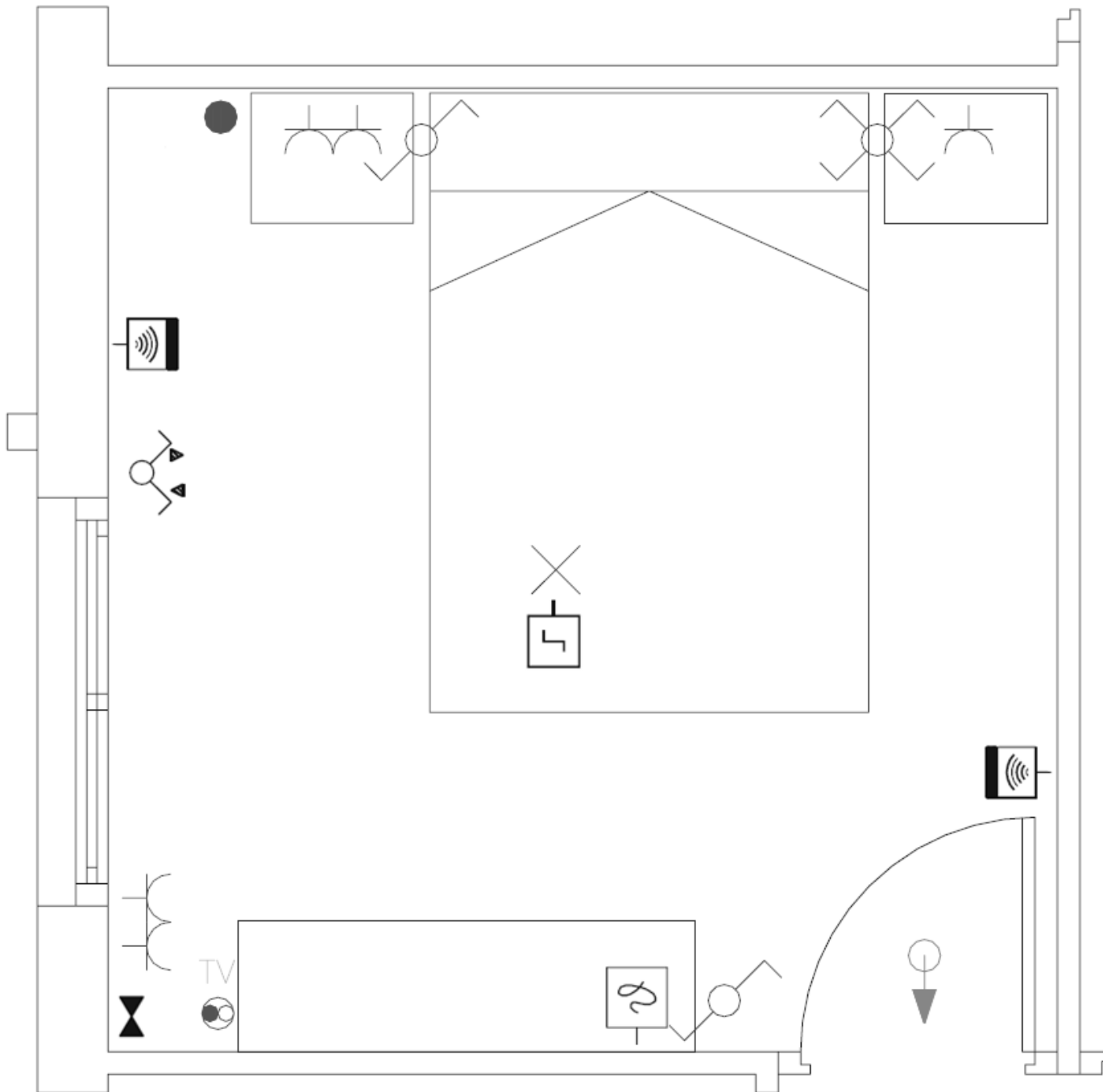
08.19 m²

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
 Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO

VIVIENDA ADAPTADA

TÍTULO

DORMITORIO PRINCIPAL

Plano número: 04 / 06

Superficie real Fecha

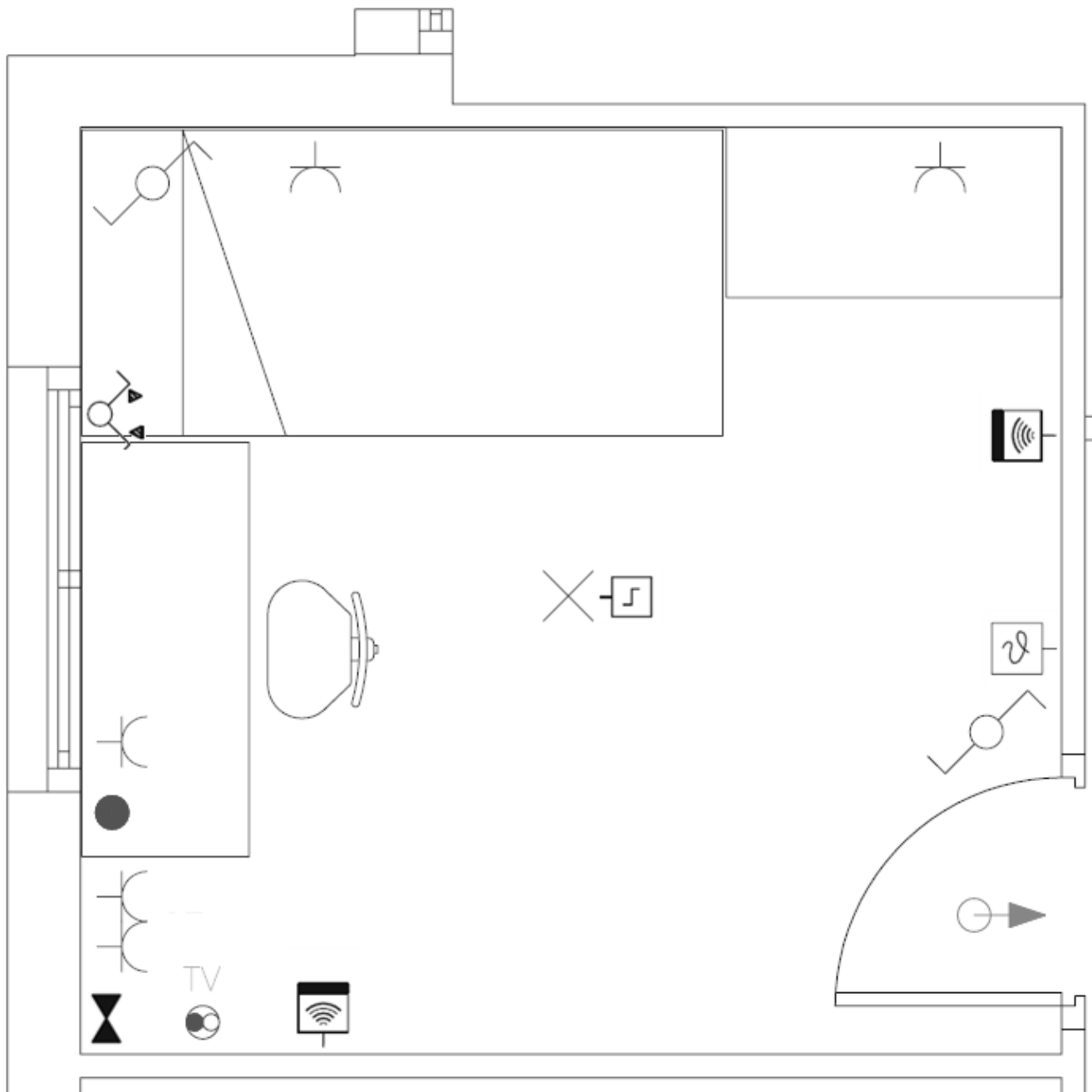
08.58 m²

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO

VIVIENDA ADAPTADA

TÍTULO

DORMITORIO SECUNDARIO

Plano número: 05 / 06

Superficie real Fecha

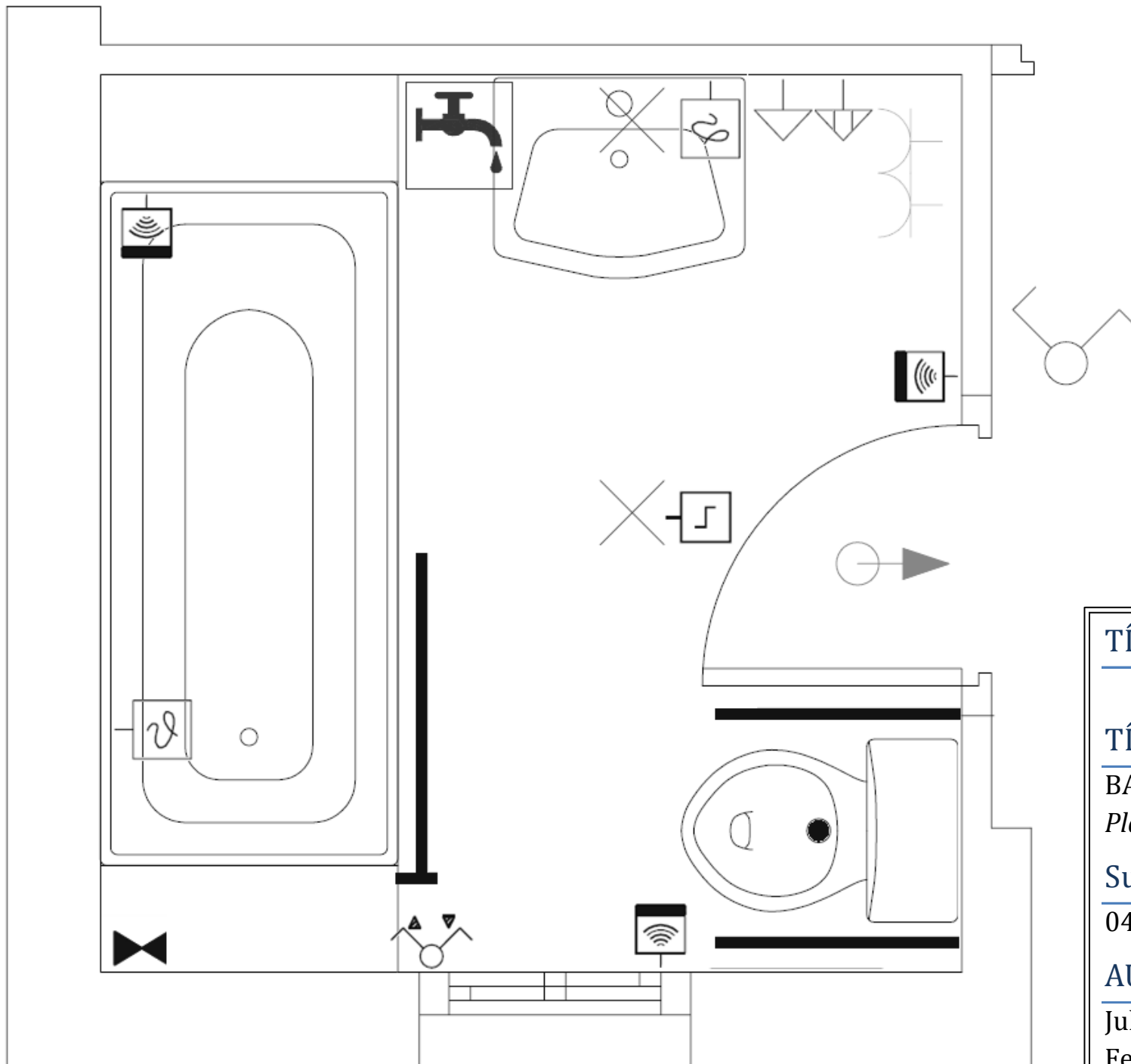
07.92 m²

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO
VIVIENDA ADAPTADA

TÍTULO

BAÑO / ASEO

Plano número: 06 / 06

Superficie real **Fecha**

04.08 m²

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
 Fernández



Bloque III

Caso práctico:
***COCINA ADAPTADA PARA DISCAPACITADOS EN
EL ENTORNO DEL ROBOT ASIBOT***

Capítulo 9

ANTECEDENTES. ASIBOT EN UN ENTORNO DOMÓTICO

Los avances experimentados en el campo de la robótica desde sus inicios han permitido ampliar sus campos de aplicación respecto a los de su interés inicial, centrado principalmente en aplicaciones industriales.

El robot, construido con el objetivo de efectuar tareas realizadas anteriormente de forma manual, y con una estructura a menudo en forma de brazo, constituye hoy en día una nueva ayuda técnica para personas discapacitadas.

La tecnología robótica encuentra su aplicación como herramienta de ayuda, utilizado como un soporte externo, un asistente, bajo el control del propio usuario. En esta línea existen ya diversas soluciones: ya sea disponer de un robot fijo, un robot adaptable a la silla de ruedas o un robot sobre una base móvil para desplazarse en un entorno doméstico o de trabajo. Las operaciones a realizar cotidianamente son muchas y muy diferentes, algunas de ellas son además demasiado complejas para ser programadas en los robots industriales actuales.

9.1 Robots asistenciales

La robótica asistencial es el área de la robótica que se especializa en el diseño y desarrollo de equipos que interactúan directamente con el individuo con el propósito de favorecer la autonomía de las personas con discapacidad y de la tercera edad.

Las primeras realizaciones prácticas en robótica asistencial se basaron en la utilización de robots industriales con adaptaciones para este tipo de aplicación y principalmente para garantizar la seguridad del usuario. Las necesidades específicas en el campo asistencial han llevado sin embargo a la realización de robots con estructuras específicamente diseñadas para las aplicaciones concretas para las que han sido concebidas.

Las diversas necesidades de los usuarios y la imposibilidad de construir un robot que sustituya totalmente la mayoría de limitaciones físicas de las personas con distintos tipos de discapacidad, ha llevado a desarrollar numerosos tipos de sistemas robotizados diseñados según su finalidad concreta. Así pues, existen robots asistenciales de diferentes tipos [21]:

- Robots para asistencia a personas con movilidad reducida.
- Robots asistenciales de rehabilitación que proporcionan asistencia al fisioterapeuta.
- Prótesis Robóticas.
- Robots asistenciales para ayudar a andar y a la navegación, para personas capaces de andar pero con problemas.
- Robots asistenciales en el trabajo.
- Robots asistenciales de interacción emocional.
- Robots asistenciales humanoides multipropósito (muy complejos).
- Robots asistenciales integrados en entornos adaptados.

Puede observarse en la clasificación anterior que dos grupos de robots asistenciales han sido distinguidos. Esto es debido a su relación directa con el objetivo final del presente proyecto.

En los apartados sucesivos se realizará un estudio de implantación de un robot asistencial integrado en un entorno adaptado domóticamente, a partir de un robot asistencial para personas con movilidad reducida, el robot ASIBOT.

9.2 Situación actual

En la actualidad, no puede pensarse en disponer de un robot doméstico capaz de ayudar a una persona severamente discapacitada a efectuar todas las funciones necesarias para el desempeño de su vida cotidiana.

Resulta posible utilizar robots asistenciales portátiles orientados a efectuar un limitado número de funciones básicas tales como apartar y acercar objetos, ayudar a beber o comer, ayudar al usuario en su higiene personal, a pasar hojas de un libro, etc.

En cambio, otras acciones para el control del entorno, ya resueltas actualmente, como levantar y bajar persianas, conectar y desconectar los sistemas de radio o TV, etc. son efectuadas más eficientemente mediante dispositivos específicos que van siendo cada vez más utilizados.

Una de las dificultades que debe superar un robot asistencial portátil es que precisa una elevada movilidad en entornos domésticos complejos desestructurados.

En esta línea, una vivienda domótica, creada inicialmente para aumentar la comodidad, la eficiencia energética, la seguridad y las comunicaciones, puede constituir una gran ayuda a personas mayores y personas con distintos niveles de discapacidad. Si esta vivienda, además, constituye un entorno adaptado donde poder integrar un robot asistencial portátil, obtenemos un sistema que proporciona al usuario final un grado de autonomía máximo, pudiendo realizar gran parte de las tareas, si no todas, de la vida cotidiana sin la necesidad de asistencia por parte de terceras personas, además de proporcionarle otras muchas ventajas como la mejora de las comunicaciones, el aumento de la comodidad y seguridad, una monitorización médica personalizada, etc.

A continuación se desarrolla un estudio de los entornos robótico y domótico acorde a las nuevas líneas de investigación relacionadas con el robot ASIBOT. Se analiza la situación actual de dicho robot en relación con su ergonomía y las prestaciones que puede ofrecer a personas discapacitadas o de la tercera edad, para luego realizar una integración teórica de éste en un entorno automatizado real, creando de este modo un hábitat inteligente que proporcione mayor autonomía y funcionalidad al robot.

9.2.1 Entorno robótico: el robot ASIBOT

El sistema robótico denominado ASIBOT, diseñado por el equipo del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, supone un avance significativo en el campo de los robots de servicio, ya que incorpora todos los sistemas electrónicos de accionamiento, control y comunicaciones a bordo del robot, lo que supone el primer robot manipulador escalador portable. Se trata de un asistente personal que puede llegar a sustituir a la persona física que hasta ahora se encargaba

de la asistencia de las personas con discapacidad, conservando el usuario de este modo su privacidad e intimidad.

El robot tiene un alcance superior a un brazo humano (aproximadamente de 1.3 metros) y puede transportar un peso de hasta de 2 kilogramos en su extremo. Presenta un tipo de configuración cinemática con 5 grados de libertad simétrica, ya que tiene la posibilidad de anclarse por ambos extremos cada uno de los cuales tiene un mecanismo especial para conectarse a la pared o a una silla de ruedas (Imagen 9.1).

La estructura de ASIBOT es de aluminio en sus diferentes articulaciones y los eslabones son de fibra de carbono. Estos dos eslabones centrales contienen los equipos electrónicos y la unidad de control del brazo, de esta forma, el robot con tan sólo 12 kilogramos de peso es completamente autónomo, salvo que precisa de conexión exterior para su alimentación [22].

La energía necesaria para todo el robot se recoge del conector eléctrico ubicado en el centro del anclaje mecánico, la única conexión física del mecanismo. Estos anclajes, denominados "Docking Station" (en adelante DS), suministran la alimentación a 24 V_{CC} que precisa el robot.

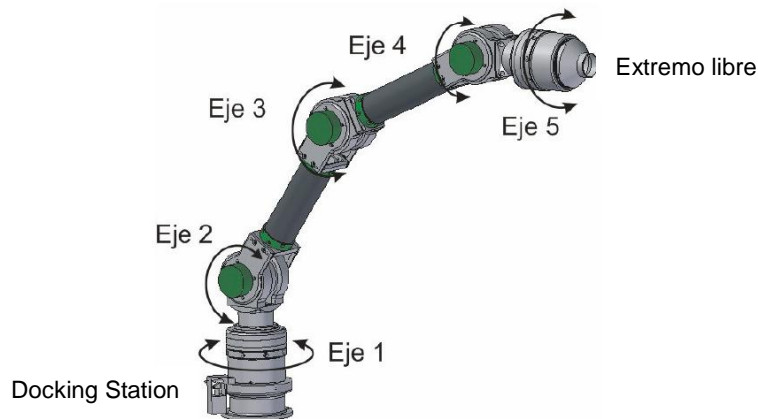


Imagen 9.1 - Representación gráfica del robot ASIBOT, [22]

La autonomía del robot ASIBOT (Imagen 9.2) se refleja en que todo el sistema de control (computadores, electrónica, transmisiones, etc.) está embarcado en el robot, siendo éste capaz de adaptarse a diferentes entornos de la casa e inclusive desplazarse por la estructura de la misma a través de las diferentes DS. Para ello, la casa, dentro del concepto de inteligencia ambiental, debe estar equipada con este sencillo sistema de anclajes o conectores situados en el recorrido de desplazamiento del brazo robótico, sirviendo únicamente para alimentarle.

Además de la movilidad entre conectores, al estar anclado a un solo punto le permite manipular herramientas acopladas a su extremo libre, dotadas de actuadores bajo el control del sistema o del propio usuario. Esta actividad es muy relevante para personas que presentan discapacidades motóricas en los miembros superiores ya que permite acercar objetos, coger y mover utensilios para las actividades de la vida cotidiana hasta un plano de trabajo próximo al usuario [22].

En lo referente al sistema de control, se basa en un interfaz multimodal con comunicación inalámbrica implementado en un dispositivo de bajo coste y de fácil manejo, como es una PDA convencional, proporcionando un sistema de teleoperación asistido.

La comunicación entre el usuario (a través de la PDA) y el robot puede realizarse mediante distintas formas según las diferentes discapacidades del usuario: por voz, en caso de carecer

de movilidad en las manos, por el manejo de un sencillo “joystick” en caso de discapacidades en los brazos, por un lápiz táctil, en el caso de discapacidad en las extremidades inferiores, con el dedo, etc. El diálogo se efectúa mediante un sencillo sistema de menús orientados a la tarea basados en iconos gráficos.



Imagen 9. 2 - Fotografías reales de robot ASIBOT, [26]

Aplicaciones del robot ASIBOT:

Las principales tareas del robot están relacionadas con las tareas domésticas, para lo cual no es necesario un alto grado de precisión durante los movimientos.

Entre otras funciones, el robot es capaz de acercar objetos, así como coger y mover utensilios usados para las actividades de la vida diaria hasta un plano de trabajo próximo al usuario. El ejemplo más clásico consiste en que el robot acerca la cuchara cerca de la boca del usuario y este con la movilidad residual del cuello puede introducirse la comida en la boca.

La usabilidad de ASIBOT es múltiple. Como se ha descrito, es capaz de actuar desde la propia silla de ruedas o en cualquier lugar de la casa dotado de las correspondientes DS. Sin embargo, para realizar un estudio práctico de sus posibles funciones y aplicaciones resulta necesario centrarse en un único entorno, analizando el comportamiento del robot para posteriormente establecer las posibilidades de actuación en ese mismo entorno si lo sometemos a un proceso de automatización; este es el método mediante el cual se realizará el estudio de implantación del robot asistencial en un entorno adaptado mediante un sistema domótico.

Dicho estudio práctico se ha decidido realizar en el entorno que nos ofrece una cocina real. El motivo de haber seleccionado este recinto se basa en que desde el punto de vista de la dependencia, la parte de una vivienda que presenta más complejidades de actuación por parte de los usuarios es la cocina, debido al gran número de dispositivos con los que se debe interactuar. Este es por tanto el escenario de trabajo propuesto para el análisis posterior.

A partir de los estudios realizados y los artículos publicados por algunos de los ingenieros pertenecientes al departamento de robótica de la Universidad Carlos III de Madrid, se ofrecen los resultados de las simulaciones e investigaciones referidas a robot ASIBOT en el entorno de una cocina doméstica [23].

Como parte de estos estudios, se sintetizaron las funciones y tareas requeridas por personas que presentan discapacidades motrices en dicha cocina y que el robot podría realizar. En la Tabla 9.1, se muestran las actividades de alto nivel pretendidas en este entorno vistas desde la perspectiva del usuario.

Interacción con el usuario	Limpiar/afeitar cara		
	Comer cuchara/tenedor		
	Beber taza/vaso/botella		
Actuación sobre los objetos “dinámicos”	Recoger y depositar objetos sobre	Suelo	
		Superficies	
		Armarios	
		Cajones	
		Nevera	
		Horno	
		Lavavajillas	
	Rellenar vaso/taza del grifo		
	Llenar cuchara/tenedor de alimento		
	Verter vaso/taza/botella en el fregadero		
Llenar vaso/taza desde una botella			
Actuación sobre los objetos “estáticos”	Abrir/Cerrar	Armarios	
		Cajones	
		Nevera	
		Horno	
		Lavavajillas	
		Grifo	
	Encender/Apagar	Interruptor	
		Horno	
		Lavavajillas	
	Movilidad del robot	DS estática – DS estática	
		DS estática – Silla de ruedas	
Silla de ruedas – DS estática			

Tabla 9. 1 - Tareas que puede desempeñar ASIBOT en la cocina desde el punto de vista del usuario, [23]

Todas las tareas mostradas en la tabla anterior pueden ser actualmente desempeñadas por el robot ASIBOT con un alto grado de fiabilidad. Sin embargo, la eficiencia del sistema de apoyo a las personas con necesidades especiales mejoraría notablemente si se automatizasen algunas de estas funciones o tareas mediante un sistema domótico apropiado.

Este es el punto de partida que ha desencadenado el posterior estudio de implantación del sistema domótico *EIB*.

9.2.2 Entorno domótico: sistema EIB

Las posibilidades que un sistema domótico ofrece en una vivienda son numerosas y más aún si se trata de automatizar un espacio que va a ser habitado por usuarios discapacitados, tal y como se ha descrito en capítulos previos.

9.3 Perspectiva futura: sistema combinado robótico-domótico

Tras la descripción los entornos robótico y domótico por separado respecto a sus posibilidades de actuación en la cocina, a continuación y en consonancia con las nuevas líneas de investigación relacionadas con el desarrollo del robot ASIBOT, se presenta el análisis de la integración teórica del robot en un entorno automatizado, es decir, se estudian las posibilidades que ofrece un sistema combinado compuesto por un robot asistencial y la tecnología domótica.

Planteamiento inicial:

Situación actual:

Robot ASIBOT ejecuta todas las acciones.

Control actual del sistema: El robot se controla desde una PDA.

Situación proyectada:

Sistema combinado entre el robot ASIBOT y el sistema domótico EIB.

Control proyectado del sistema: El robot se controla desde la PDA.

El sistema domótico también se controla desde la PDA.

Otros elementos domóticos son automáticos (sensores).

En lo referente a estos elementos domóticos automáticos, pueden habilitarse y deshabilitarse en su modo automático en función de las preferencias y necesidades de los usuarios. Por ejemplo, resulta necesario desactivar la célula fotoeléctrica del grifo cuando el robot se aproxima a recoger o depositar un recipiente en el fregadero.

Objetivo fundamental:

Mejora de la eficiencia del sistema. Automatizando ciertas funciones estáticas se mejora la interacción de los usuarios discapacitados con su entorno y **se simplifica enormemente la operativa del robot.**

Criterio de actuación:

Se parte de un sistema dinámico (el robot ASIBOT) y de un sistema estático (la domótica) analizados por separado para plantear una nueva situación obtenida de la suma de ambos.

El criterio fundamental a la hora de analizar las posibilidades de actuación en nuevo sistema es la ergonomía, de manera que los movimientos del usuario o de su ayudante (de haberlo) se reduzcan al mínimo.

Posibilidades de actuación:

Analizando las soluciones que el sistema domótico a implementar puede ofrecer en relación con las tareas especificadas en las Tablas 9.1 y 9.2, se obtienen las siguientes conclusiones:

- *Interacción con el usuario:* La introducción de un sistema domótico no mejora la interacción entre el usuario y el robot ASIBOT.
- *Actuación sobre los objetos dinámicos:* La domótica no actúa directamente pero puede hacer que el robot vaya más rápido.
- *Actuación sobre los objetos estáticos:* Se ha visto que la domótica puede reemplazar al robot en todas las tareas relacionadas con la actuación sobre objetos estáticos.
- *Movilidad del robot:* Serán necesarias menos DS.

Modelo de interacción robot-control doméstico:

Para una mejor comprensión del modo de ejecución de las tareas comúnmente requeridas por los usuarios discapacitados en el entorno de la cocina, en la Tabla 9.3 se realiza una comparativa de las situaciones previas y posteriores a la introducción de la tecnología domótica EIB como parte del sistema, para posteriormente extraer las conclusiones y ventajas teóricas derivadas de la nueva situación proyectada.

Situación actual: Robot ASIBOT		Situación proyectada: Robot ASIBOT en un entorno adaptado mediante la tecnología domótica EIB	
Sistema	Acción desempeñada	Sistema	Acción desempeñada
ASIBOT	Abrir armario	EIB	Abrir armario
	Coger/Depositar objeto	ASIBOT	Coger/Depositar objeto
	Cerrar armario	EIB	Cerrar armario
ASIBOT	Abrir cajón	EIB	Abrir cajón
	Coger/Depositar objeto	ASIBOT	Coger/Depositar objeto
	Cerrar cajón	EIB	Cerrar cajón
ASIBOT	Abrir electrodoméstico	EIB	Abrir electrodoméstico
	Coger/Depositar objeto	ASIBOT	Coger/Depositar objeto
	Cerrar electrodoméstico	EIB	Cerrar electrodoméstico
ASIBOT	Abrir grifo	ASIBOT	Coger recipiente
	Coger recipiente	El grifo fotoeléctrico se abre automáticamente	
	Llenar vaso	ASIBOT	Llenar vaso
	Depositar recipiente	El grifo fotoeléctrico se cierra automáticamente	
	Cerrar grifo	ASIBOT	Depositar recipiente
ASIBOT	Elevarse para coger un objeto de un mueble alto	EIB	Desplazar un mueble (motorizado) hasta una posición adecuada
	Abrir cajón o armario	EIB	Abrir cajón o armario
	Coger/Depositar objeto	ASIBOT	Coger/Depositar objeto
	Cerrar cajón o armario	EIB	Cerrar cajón o armario
	Volver a la posición inicial	EIB	Desplazar el mueble (motorizado) a la posición inicial

Tabla 9. 3 - Comparativa entre el modelo actual y el proyectado

De la tabla anterior puede deducirse como principal característica que en la nueva situación se libera de tareas al robot ASIBOT, simplificando su operativa. Es decir, el robot ejecuta menos tareas y las que realiza se pueden hacer conjuntamente con el sistema EIB, ya que al ser tecnologías que se encuentran separadas pueden actuar simultáneamente.

Este hecho otorga al nuevo contexto la ventaja principal del ahorro de tiempo y la mejora en la ejecución de las órdenes de sus usuarios, obteniendo una situación más eficiente, que era el objetivo principal. Asimismo, cabe destacar que el hecho de que el sistema domótico EIB ejecute algunas de las funciones estáticas favorece al conjunto de la instalación haciéndola

más flexible, lo que se traduce en el hecho de que será necesario disponer de menos DS en la cocina, y por extensión, en el resto de la casa.

Otro hecho destacable es que muchas funciones pueden suprimirse del modelo anterior si el usuario es capaz de ejecutarlas desde su posición, ya sea de pie o desde la propia silla de ruedas, si no padece una discapacidad motriz demasiado severa (por ejemplo, en el último supuesto, una vez el sistema domótico baja el mueble, si el usuario puede coger el objeto desde la silla, el robot no tiene que intervenir).

Además, si se trata de un caso de discapacidad progresiva, se pueden incluir funciones gradualmente con la facilidad que ofrece el sistema domótico *EIB*.

Es decir, el sistema robótico-domótico es personalizable, adaptable y escalable, y puesto que todos los dispositivos pueden ser activados desde la propia PDA (o en algunos casos automáticamente por medio de sensores o programadores) se le puede considerar un sistema totalmente integrado.

9.3.1 Ventajas y mejoras del nuevo sistema

Tras analizar el modelo en el que el robot asistencial ASIBOT se encuentra integrado en un entorno automatizado, se deriva la siguiente conclusión a nivel teórico: la correcta aplicación de la combinación de las tecnologías robótica y domótica adaptadas a cada usuario aporta abundantes beneficios. Éstos son:

Desde el punto de vista técnico, al liberar de tareas al robot:

- Se gana tiempo en la ejecución de las acciones.
- El robot consume menos energía.
- Se gana fiabilidad (puesto que el sistema domótico es más robusto que el robot).
- Se aumenta la "inteligencia del sistema" por lo que se consigue mayor simplicidad y eficiencia en las operaciones.
- Se aumenta la facilidad de uso y seguridad del entorno.
- Se precisan menos movimientos del robot para ejecutar las acciones, lo que se traduce en un ahorro en la instalación de las DS.
- Al realizar el robot menos tareas, se libera un recurso. De este modo, si en la vivienda conviven varias personas con discapacidad, podrán gozar de mayor disponibilidad de este dispositivo.

Desde el punto de vista humano, los usuarios obtienen las siguientes ventajas:

- Se aumenta la calidad de vida de la persona afectada.
- Aumenta su grado de autonomía.
- Mejora su respuesta ante situaciones imprevistas o de emergencia.
- Facilita el desarrollo social de la persona afectada, mejorando sus posibilidades de comunicación y de realización de sus actividades de la vida cotidiana.
- Mejora su autoestima, dado que comprueba que puede realizar un elevado número de tareas, sin requerir a la ayuda de una segunda persona.

- Incrementa el deseo de mejora en su proceso de rehabilitación, ya que ve compensados sus esfuerzos gracias a la tecnología, con la obtención de mejoras funcionales en su vida diaria.
- Se reduce la necesidad asistencial de la persona afectada, mejorando su calidad de vida y la de su entorno (familiares o cuidadores).
- Reduce el coste asistencial cuando es necesaria la ayuda de una segunda persona.
- En algunos casos permite la vida completamente independiente.

9.4 Caso real

En el presente proyecto se realiza un estudio de implantación teórica de un robot asistencial portátil en un entorno inteligente automatizado mediante el sistema domótico *EIB*. El desarrollo práctico de este supuesto no se encuentra dentro del ámbito de aplicación, quedando pendiente como posible línea futura de desarrollo.

Es por esto que se hace patente la necesidad de hacer referencia a un proyecto de características similares a éste que ya haya sido llevado a cabo, de modo que quede comprobada de modo tangible la viabilidad y eficiencia de un entorno robótico-domótico de estas características. Por tanto, en este último apartado del capítulo se pretende contrastar el estudio teórico desarrollado en este proyecto con un caso real.

El proyecto “AMOR”:

En el año 2005, se presentó en la *9th International Conference of Rehabilitation Robotics* un proyecto de características muy similares a las que se han desarrollado en este estudio. Este trabajo está integrado dentro del programa europeo denominado “AMOR project” [24].

El proyecto “AMOR” se fundamenta al igual que este proyecto, en un robot asistencial: el robot “MANUS”. Éste es un robot acoplado a una silla de ruedas eléctrica que ha sido diseñado para poder manipular los objetos dentro de su área de trabajo. Su objetivo es promocionar la independencia de las personas con discapacidades motrices severas que han perdido la movilidad en los miembros inferiores y superiores, incrementando su capacidad potencial y compensando su falta de movilidad.



Imagen 9. 3 - El robot “MANUS”

Las similitudes entre el robot ASIBOT y el robot “MANUS” (Imagen 9.3) son indiscutibles, tanto desde el punto de vista de sus funciones, como al comparar sus características técnicas (“MANUS” posee seis grados de libertad y puede transportar objetos de hasta 1.5 kilogramos).

Uno de los objetivos de proyecto “AMOR” consiste en integrar el robot asistencial “MANUS” en un entorno inteligente (automatizado) adaptado a personas discapacitadas comprobando a nivel práctico las posibilidades que ofrece la inserción de este tipo de robots en entornos de este tipo y sus interacciones con los usuarios.

Plataforma de experimentación:

Con el fin de realizar una experimentación y evaluación reales sobre este proyecto, durante la citada conferencia internacional sobre robots de rehabilitación se presentó una plataforma para el robot “MANUS” basada en un modelo de casa inteligente.

El despliegue de esta plataforma se realizó en un entorno de participación de usuarios discapacitados provenientes del hospital Garches de París. El ensayo se compone de varios elementos de software y hardware mostrados en la Imagen 9.4.

El usuario tiene el robot montado sobre la silla de ruedas y mediante un interfaz de entrada con un soporte del tipo Tablet PC, configurado de modo adecuado, puede interactuar con su robot y su entorno a través de una conexión *wifi* enlazada con un ordenador supervisor de origen (el interfaz de usuario puede ser personalizado de acuerdo con las necesidades de cada persona).

El ordenador supervisor contiene el punto de control con el software adecuado que permite la interacción con un sistema domótico X-10 (sistemas de corrientes portadoras descrito en el primer bloque) al que está conectado cada aparato eléctrico susceptible de uso.



Imagen 9. 4 – Plataforma de experimentación

Conclusiones:

El proyecto “AMOR”, así como este proyecto realizado en torno al robot ASIBOT representan un gran avance en lo referente al control de todos los dispositivos del entorno de vida de las personas con necesidades especiales.

Tras describir el concepto del proyecto “AMOR” y del prototipo desarrollado, a continuación se realiza una evaluación de dicho proyecto en base a los requisitos reales de los usuarios y se efectúa finalmente una comparativa con el presente proyecto, verificando que se ha perfeccionado la usabilidad inicial del sistema haciéndolo más eficiente y demostrando que puede llevarse a cabo.

Evaluación del proyecto del robot “MANUS”:

Tras llevarse a cabo varias experimentaciones reales con el sistema “MANUS”- entorno automatizado con usuarios discapacitados, se pudo corroborar su rotundo éxito. Los resultados se detallaron en un informe reflejando la usabilidad real de este sistema [25].

No obstante, las principales recomendaciones ofrecidas por los usuarios tras las respectivas experimentaciones derivaron en una serie de requisitos y recomendaciones finales:

- La presencia de una retroalimentación visual contribuye principalmente a simplificar la base del aprendizaje.
- El uso de una herramienta basada en un interfaz gráfico fue muy apreciado por los usuarios.
- La evaluación de la ergonomía reveló que el tamaño de los botones y su representación en la pantalla es fundamental para el correcto manejo del sistema por parte de los usuarios.
- En muchos casos era necesario el ajuste a la entrada del interfaz mediante dispositivos adaptados.
- El Tablet PC, de 10 pulgadas de tamaño, se consideró invasor del espacio de la silla de ruedas del usuario.

Comparativa con el proyecto ASIBOT:

Con el fin de poder evaluar este proyecto con respecto al caso real expuesto previamente, se realiza una comparativa entre ambos sistemas:

- El robot ASIBOT no está anclado a la silla de ruedas, si no que puede desplazarse entre las diferentes DS, lo que dota a este sistema de mayor movilidad y funcionalidad, mejorando la calidad de vida del usuario.
- El interfaz gráfico se basa en una PDA, no en un Tablet PC, por lo que aparte de ser más fácilmente portable, no resulta tan invasor del espacio de la silla de ruedas del usuario.
- El tamaño de los botones representados en la pantalla, al tratarse de una PDA, es más pequeño, lo que presumiblemente puede suponer una desventaja.
- En ambos casos el interfaz es personalizable en función del grado de severidad de la discapacidad, algo que resulta fundamental en este tipo de situaciones.
- El sistema domótico utilizado es el *EIB*, no el *X-10*, un sistema más robusto, fiable y con menos posibilidades de sufrir interferencias. Además el *EIB* es el estándar europeo.
- Al tratarse de un sistema domótico basado en un bus de datos descentralizado, no es necesario el uso de un ordenador supervisor, por lo que la interacción entre los usuarios y las diversas aplicaciones es directa.
- La pasarela inalámbrica para el control del entorno no se basa en la tecnología *wifi*, si no en la tecnología *Bluetooth*. Entre estas dos opciones no hay diferencias apreciables de cara al control de este tipo de instalaciones. Cabe destacar, sin embargo, que una pasarela basada en el protocolo *Zigbee* sería la más adecuada, pues actualmente es la tecnología inalámbrica por excelencia para el control de instalaciones domóticas.
- El ajuste de la entrada del interfaz para el manejo y control del robot ASIBOT así como de los componentes domóticos puede ser ajustado mediante cualquiera de los dispositivos adaptados descritos en el capítulo 7 de este proyecto.

Capítulo 10

COCINA ADAPTADA PARA DISCAPACITADOS

Este último capítulo del proyecto tiene como finalidad la aplicación práctica de todos los argumentos expuestos previamente. Los conceptos desarrollados en el primer bloque acerca de los sistemas domóticos (concretamente, el sistema europeo *EIB*) y los conocimientos adquiridos en el segundo y tercer bloque sobre accesibilidad, automatización y adaptación de los espacios habitables a personas con discapacidades motrices, servirán a continuación para realizar la implementación teórica de un sistema automatizado domótico-robótico en un espacio real: *La cocina del laboratorio de robótica asistencial* que la Universidad Carlos III de Madrid ha construido en el Parque Científico Tecnológico y Empresarial de Leganés.

El Parque Científico Tecnológico y Empresarial de Leganés

Este parque tecnológico perteneciente a la Comunidad de Madrid, situado a las afueras de Leganés, es un centro de innovación compuesto por diferentes empresas de diversa índole que buscan mejorar su competitividad y mejorar sus áreas científicas y tecnológicas.

El parque está dividido en tres zonas con características diferentes según el uso: científico empresarial, tecnológico industrial y terciario comercial, de manera que cada una tenga una localización óptima.

El Parque Científico de la Universidad Carlos III de Madrid: *Centro de Tecnologías para la Discapacidad y Dependencia*

El Centro de Tecnologías para la Discapacidad y Dependencia es la base para una plataforma innovadora de actuación conjunta entre la universidad, la administración pública, las empresas y las asociaciones de usuarios/familias del colectivo de la discapacidad y la dependencia.

El objetivo principal es la búsqueda y desarrollo de ayudas técnicas, servicios y soluciones tecnológicas innovadoras, con la misión de mejorar la calidad de vida e integración de las personas con discapacidad y dependencia, favoreciendo su independencia [26].

Este centro fue creado en el año 2005 y desde entonces es una de las principales líneas de actuación del Parque Científico de la Universidad Carlos III de Madrid. En su interior pueden encontrarse diversos laboratorios que desarrollan proyectos de I+D+I en todos los campos que la discapacidad y dependencia requieren. Éstos son: laboratorio de accesibilidad audiovisual, laboratorio de tecnologías asistenciales y laboratorio de Robótica Asistencial

Laboratorio de Robótica Asistencial

Este laboratorio desarrolla y da a conocer los avances en la tecnología que pueden integrarse en un entorno doméstico o bajo la forma de sistema robotizado para dar mayor bienestar a todos y una mejor integración de los grupos de personas con necesidades especiales. Las actividades realizadas en este laboratorio son las siguientes:

- Diseño y fabricación de manipuladores ligeros auto portantes con elevada movilidad.
- Sistemas de restauración y capacidad aumentada.
- Redes de sensores aplicados a la monitorización y supervisión del usuario.

- Desarrollo de sistemas de control cooperativo y su aplicación a robots cooperativos.
- Desarrollo de interfaces de control multimodal (visión, voz, táctil, etc.).
- Diseño de actuadores, integración de componentes, accionamientos modulares.

El laboratorio de Robótica Asistencial de la Universidad Carlos III de Madrid es la ubicación de la cocina objeto de este proyecto.

A continuación se describirá el entorno de actuación y se plantearán las propuestas de automatización en la cocina en función de los componentes *EIB* disponibles. Estas propuestas consistirán, como se ha estudiado en el capítulo 9, en adaptar la cocina domóticamente, automatizándola en la medida de lo posible para optimizar la asistencia tecnológica a personas con discapacidades motrices

10.1 Descripción de la cocina

La descripción de la cocina será realizada por módulos, vistos de izquierda a derecha. Por su especial relevancia, la encimera es analizada por separado.

Las medidas y representaciones en conjunto de la cocina, así como una fotografía de ésta, se muestran con mayor detalle en los planos adjuntos al final de este capítulo.

Cabe resaltar que aparte de los elementos a continuación descritos, la estancia que contiene la cocina cuenta con dos cámaras de videovigilancia para su supervisión y un sistema de climatización en el techo de la sala.

Todos los elementos serán analizados desde un punto de vista ergonómico y de movilidad, para establecer las zonas libres que quedan tras su apertura o uso y definir el espacio libre necesario para la manipulación de una silla de ruedas u otras ayudas técnicas. De este modo quedará comprobado que la cocina ha sido diseñada aprovechando el espacio de forma que no existan obstáculos para desenvolverse.

MÓDULO I:

- **Cajón bajo**

Cajón deslizante situado a 0.25 metros del nivel del suelo para guardar utensilios de cocina. Es un elemento de apertura lineal frontal (Imagen 10.1) de 0.50 metros de profundidad.

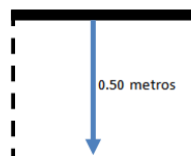


Imagen 10. 1 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del cajón bajo

Medidas del elemento:

- Longitud: 0.60 metros
- Fondo: 0.60 metros
- Altura: 0.36 metros

- **Horno compacto**

Situado sobre el cajón bajo. Es un electrodoméstico de apertura lineal frontal (Imagen 10.2) con una bandeja de 0.50 metros de profundidad.

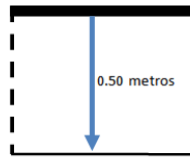


Imagen 10. 2 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del horno

Medidas del elemento:

- *Longitud: 0.60 metros*
- *Fondo: 0.60 metros*
- *Altura: 0.59 metros*

- **Armario alto**

Armario situado sobre el horno compacto para guardar utensilios de cocina. Es un elemento de apertura lateral hacia la izquierda (Imagen 10.3) con un radio de apertura de la puerta de 0.60 metros hasta un ángulo máximo de 90 grados.

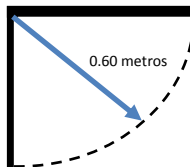


Imagen 10. 3 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del armario alto

Medidas del elemento:

- *Longitud: 0.60 metros*
- *Fondo: 0.60 metros*
- *Altura: 1.05 metros*

MÓDULO II:

- **Cajonera portátil**

Mueble portátil sobre ruedas para facilitar su movilidad. Consta de tres cajones de apertura lineal frontal (Imagen 10.4) con una profundidad de 0.50 metros cada uno.

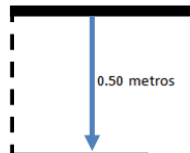


Imagen 10. 4 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura de los cajones de la cajonera portátil

Medidas del elemento:

- *Longitud: 0.45 metros*
- *Fondo: 0.60 metros*
- *Altura: 0.56 metros*

- **Vitrocerámica**

Situada sobre la encimera, se encuentra dentro de la zona de alcance prevista para un usuario en silla de ruedas.



Imagen 10. 5 - Fotografía real de la vitrocerámica

Medidas del elemento:

No son relevantes desde un punto de vista ergonómico. La altura es la misma que la de la encimera, detallada al final de este apartado.

- **Campana extractora**

Situada sobre la vitrocerámica, se encuentra dentro de la zona de alcance prevista para un usuario en silla de ruedas. La altura a la que están situados los mandos de control es de 1.46 metros desde el nivel del suelo (0.67 metros desde la base de la encimera).



Imagen 10. 6 - Fotografía real de la campana, destacados los mandos de control

Medidas del elemento:

No son relevantes desde un punto de vista ergonómico.

MÓDULO III:

- **Fregadero y grifo**

Grifo de apertura manual y fregadero situados en la esquina de la encimera, bajo el armario motorizado. Ambos se encuentran dentro de la zona de alcance prevista para un usuario en silla de ruedas.

Presumiblemente, estos elementos (Imagen 10.7) deberán ser reubicados en el futuro, pues se encuentran dentro de la zona de movilidad del armario motorizado.



Imagen 10. 7 - Fotografía real del fregadero

Medidas de los elementos:

No son relevantes desde un punto de vista ergonómico.

- **Armario escurreplatos motorizado**

Se compone de dos compartimentos independientes que poseen desplazamiento vertical. Está situado en la pared sobre carriles motorizados y puede desplazarse desde su situación natural hasta el límite de la encimera. Cada compartimento tiene apertura lateral hacia la izquierda y hacia la derecha respectivamente (Imagen 10.8) con un radio de apertura de la puerta de 0.60 metros hasta un ángulo máximo de 90 grados.

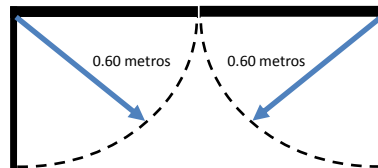


Imagen 10. 8 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del armario escurreplatos

Medidas del elemento:

- Longitud: 1.20 metros (0.60 metros cada compartimento)
- Fondo: 0.36 metros
- Altura: 1.02 metros

Nota: Situados en la parte inferior de este armario se encuentran el fregadero y el grifo, así como una DS del robot ASIBOT. Para aprovechar toda la movilidad que este elemento ofrece deberán reubicarse estos elementos, permitiendo al armario desplazarse hasta la base de la encimera.

MÓDULO IV:

- **Lavavajillas**

Ubicado sobre un extremo de la encimera, es un electrodoméstico de apertura frontal abatible hacia el frente con un radio de apertura de la puerta de 0.70 metros hasta un ángulo máximo de 90 grados (Imagen 10.9).

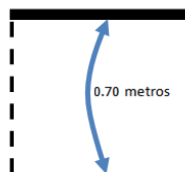


Imagen 10. 9 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del lavavajillas

Medidas del elemento:

- Longitud: 0.60 metros
- Fondo: 0.60 metros
- Altura: 0.75 metros

- **Microondas**

Situado sobre el lavavajillas. Es un electrodoméstico de apertura lateral hacia la izquierda (Imagen 10.10) con un radio de apertura de la puerta de 0.55 metros hasta un ángulo máximo de 90 grados.

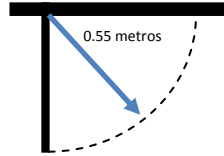


Imagen 10. 10 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura del microondas

Medidas del elemento:

- *Longitud: 0.60 metros*
- *Fondo: 0.52 metros*
- *Altura: 0.40 metros*

MÓDULO V:

- **Nevera**

Es un electrodoméstico de apertura lateral hacia la derecha (Imagen 10.11) con un radio de apertura de la puerta de 0.60 metros hasta un ángulo máximo aproximado de 100 grados.

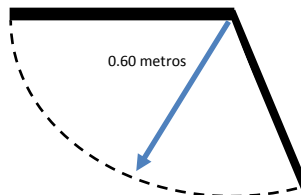


Imagen 10. 11 - Croquis, visto desde arriba, de la apertura de la nevera

Medidas del elemento:

- *Longitud: 0.60 metros*
- *Fondo: 0.60 metros*
- *Altura: 1.30 metros*

ENCIMERA:

Se trata de un aparador anclado a la pared sobre el que van dispuestos el fregadero, el grifo y la vitrocerámica (Imagen 10.12). Con forma de L, se encuentra dispuesta desde el horno (Módulo I) hasta el lavavajillas (Modulo IV).

Es importante tener en cuenta el análisis ergonómico de este elemento, puesto que deben respetarse las indicaciones referentes a la encimera descritas en el capítulo 8, para permitir una total accesibilidad desde la silla de ruedas.



Imagen 10. 12 - Fotografía real de la encimera. Sobre ésta, el robot ASIBOT

Análisis ergonómico:

- **ZONA DE ALCANCE:**
Toda la superficie de la encimera se encuentra dentro de la zona de alcance de un usuario en silla de ruedas.

Nota: *La encimera debe quedar, asimismo, dentro de la zona de alcance del robot ASIBOT mediante la correcta distribución de las DS.*
- **ALTURA:**
La encimera se encuentra a una altura del suelo de 0.77 metros desde el borde inferior y 0.80 metros desde el borde superior (*véanse los planos adjuntos al final de este capítulo*).
Las recomendaciones definidas en capítulos previos indican que la encimera debe estar ubicada a una altura de 0.80 metros, por lo que **la altura actual es óptima**, permitiendo el acercamiento de usuarios en silla de ruedas sin dificultad.
- **ZONA BAJO LA ENCIMERA:**
La zona bajo la encimera se encuentra libre de obstáculos, por lo que se respetan las indicaciones de accesibilidad al respecto.

10.2 Elementos susceptibles de automatizar

Tras el análisis ergonómico y de movilidad de los elementos que conforman la cocina del Parque Científico sobre la que se ejecutan los ensayos del robot ASIBOT, se procede a identificar las posibilidades de automatización en este entorno.

En la Tabla 10.1 se exponen dichas posibilidades, clasificadas en función del tipo de elemento a automatizar y de las posibilidades que este presenta.

Algunas de las funciones a continuación expuestas han sido reducidas a su máxima simplicidad, con el objetivo de que la interacción usuario-entorno sea lo más cómoda y eficiente posible, siempre ajustándose a las necesidades básicas que una persona se puede encontrar en una cocina real.

Elementos móviles

Designación	Posibilidades de automatización
Cajón bajo	Apertura/Cierre automático de la puerta
Armario alto	Apertura/Cierre automático de la puerta
Cajonera portátil	Apertura/Cierre automático de los cajones
Armario escurreplatos motorizado (compartimentos independientes)	<i>Compartimento derecho:</i> Apertura/Cierre automático de la puerta Control regulable de subida y bajada
	<i>Compartimento izquierdo:</i> Apertura/Cierre automático de la puerta Control regulable de subida y bajada

Elementos no móviles

Designación	Posibilidades de automatización
Fregadero y grifo	Grifo fotoeléctrico
DS (Docking Station)	Control de relés alimentación (Encendido y apagado)
Seguridad y eficiencia eléctrica	Activación/desactivación de enchufes
	Monitorización consumos
Seguridad en el entorno	Sensor de humo
	Sensor de inundación
Seguridad para las personas	Sensor de caídas
Central de alarmas (tras la activación de un sensor)	Llamada automática a los servicios de emergencia o de asistencia personal
	Cierre automático de la válvula de gas
	Cierre automático de la válvula de agua

Electrodomésticos

Designación	Posibilidades de automatización
Horno compacto	Apertura de la puerta
	Control total del funcionamiento
Vitrocerámica	Encendido/Apagado
	Control de temperatura
Campana extractora	Encendido/Apagado de luz
	Encendido/Apagado de extracción
Microondas	Apertura de la puerta
	Control del tiempo
	Modo de funcionamiento

Lavavajillas	Apertura de la puerta
	Control total del funcionamiento
Nevera	Apertura de la puerta
	Control de temperatura

Otras posibilidades del sistema

Designación	Posibilidades de automatización
Control desde PDA	Pasarela de Bluetooth a EIB
Control y supervisión	Control desde un ordenador central
	Control remoto (vía web, LAN, etc.)
	Supervisión a distancia (cámaras)
Climatización	Programable
	Regulable

Elementos cuya instalación se prevé en un futuro

Designación	Posibilidades de automatización
Iluminación	Automática por detección de presencia
	Regulable en función de las necesidades
	Regulable en función de luminosidad exterior
Puerta de la cocina	Apertura automática por proximidad
Ventanas	Apertura automática
	Sensor de rotura de cristales (intrusión)
Persianas	Subida/bajada automática
	Regulable en función de la lluvia
	Regulable en función de luminosidad exterior

Tabla 10. 1 - Elementos y componentes susceptibles de automatizar

10.3 Componentes EIB disponibles

Tras la descripción de la cocina y el análisis de los elementos susceptibles de automatizar, a continuación se estudiarán las posibilidades de actuación reales en función de los elementos del sistema *EIB* que se encuentran disponibles. Por este motivo, en este apartado se ofrece un listado detallado de los componentes reales que podrán usarse en la instalación domótica.

El posterior listado consta de dos partes: primero se muestra una lista completa de todos los dispositivos *EIB* disponibles, indicando el nombre del componente, la familia de productos a la que pertenece y su precio, para posteriormente definir en profundidad las características de dichos componentes desde un punto de vista técnico.

10.3.1 Listado de componentes

El listado que se expone a continuación en la Tabla 10.2 consta de una serie de elementos clasificados por familias del sistema domótico EIB, adquiridos de la empresa “JUNG ELECTRO IBERICA, S.A.”, una de las múltiples empresas europeas que comercializa productos Konnex.

	Componente	Familia	Unidades	Precio (€/unidad)	
01	Detector de humos	Sensores	1	47,68	
02	Detector de movimiento de 180°		1	124,25	
03	Módulo de comunicación USB	Dispositivos del sistema	1	226,69	
04	Acoplador de línea		1	351,61	
05	Módulo de funciones lógicas		1	289,24	
06	Módulo de comunicación RS 232		1	227,42	
07	Fuente de alimentación (640 mA con filtro)		1	347,39	
08	Acoplador de BUS “BCU”		2	80,66	
09	Módulo sensor estándar (4 fases)		1	78,81	
10	Mecanismo de control de persianas		1	76,22	
11	Regulador universal para cable de lámparas		Elementos vía radio	1	147,65
12	Tecla control de persianas con receptor de radio			1	102,14
13	Mando a distancia estándar confort	1		85,03	
14	Actuador para falso techo vía radio	1		107,39	
15	Emisor universal vía radio, 2 canales	1		67,22	
16	Teclado de superficie vía radio	1		112,99	
17	Regulador universal vía radio (para iluminación)	1		144,27	
18	Multisensor vía radio	1		106,7	
19	Actuador 8 salidas (16 A)	Actuadores	1	454,51	
20	Entrada analógica (4 canales)	Entradas analógicas	1	258,52	
21	Interface KNX EBI - Bluetooth	Comunicación	1	218,93	
22	Central IP		1	294,56	
23	Pantalla táctil KNX a color	Visualización	1	1277,00	
24	Teclado universal (4 fases)	Otros teclados	1	102,24	
25	Terminales de conexión (2 polos)	Accesorios	1	1,26	
26	Tecla interruptor conmutador, cruce y pulsador	Pulsadores, marcos y embellecedores	1	10,18	
27	Mecanismo pulsador unipolar		4	4,43	
28	Marco para montaje vertical y horizontal		8	1,67	
29	Marco para montaje horizontal y vertical		1	2,75	
30	Caja de empotrar para pantalla táctil KNX		1	69,05	
31	Marco embellecedor para pantalla táctil KNX		1	83,83	
32	Cable BUS J-Y(St)Yh 2x2x0,8	Otros	200 m.	0.50/m	

Tabla 10. 2 - Listado de componentes EIB disponibles para automatizar la cocina, [27]

Todos los dispositivos mostrados en la tabla anterior pueden encontrarse en los diferentes catálogos de componentes y tarifas disponibles en la página web de *JUNG* [27]. El precio indicado de los productos se corresponde con los catálogos del año 2009.

10.3.2 Características técnicas de los componentes

Se detallan a continuación las características técnicas básicas de los componentes incluidos en la Tabla 10.2. Se ofrece una breve descripción de cada componente para una mejor comprensión de sus funciones asignadas, así como sus parámetros de funcionamiento más destacados.

Familia: Sensores

Detector de humos

Al detectar la presencia de humo, emite una fuerte señal acústica. Gracias a la tecnología fotoeléctrica es mucho más sensible para detectar fuegos sin llama a la primera aparición de humo antes de que se produzcan las llamas.

Equipado con una sirena de 85 dB.

Dispone de un botón de prueba para probar el detector en cualquier momento.

Autocomprobación continua de su funcionamiento.



Imagen 10.13 - Detector de humos

Detector de movimiento de 180°

Este dispositivo reacciona a los cambios de temperatura que se producen dentro de su campo de acción. Actúa en dos planos distintos y tiene un campo de detección de 10 x 12 metros.

El ángulo de detección es variable entre 180° y 90° y ofrece un ajuste manual de sensibilidad, luminosidad y retardo.

Alimentación: 24 V_{CC} (+6 V / -4 V).

Consumo: 110 mW como máximo.

Conexión: Conector de 2x5 pin.

Número de lentes/planos: 28/2.



Imagen 10.14 - Detector de movimiento

Familia: Dispositivos del sistema

Módulo de comunicación USB

A través de un conector USB, este dispositivo permite conectar el sistema a un ordenador.

A través de este dispositivo se puede programar, parametrizar, direccionar o diagnosticar cualquier dispositivo de bus.

Una vez conectado, permite controlar el sistema desde el ordenador mediante el programa de visualización adecuado.

Tipo de conexión: Admite hasta USB 2.0

Temperatura de trabajo: -5°C hasta +45°C.



Imagen 10.15 - Módulo de comunicación USB

Acoplador de línea

El acoplador de línea hace posible la interconexión e intercambio de información entre las distintas líneas del bus KNX. Tanto la línea de jerarquía inferior como la de jerarquía superior se le conectan frontalmente mediante terminales de conexión, y ambas deben estar alimentadas de forma separada. Dispone también de una aplicación que le permite funcionar como amplificador de línea, con la cual se podrán configurar líneas de bus de más de 64 componentes (hasta 256).



Imagen 10.16 - Acoplador de línea

Módulo de funciones lógicas

Se trata de un módulo que a través de un software de parametrización en entorno gráfico, permite llevar a cabo una importante cantidad de funciones lógicas, temporizaciones y filtros. La aplicación permite manejar un total de 200 objetos de comunicación, con un total de 250 asignaciones, y permite configurar 50 funciones lógicas, 50 puertas de paso y 30 elementos temporizadores. Alimentación: 24 V_{CC} (+6 V / -4 V). Consumo: 100 mW como máximo.



Imagen 10.17 - Módulo de funciones lógicas

Módulo de comunicación RS 232

Mediante un conector RS 232, este dispositivo permite conectar el sistema a un ordenador para poder programar, parametrizar, direccionar o diagnosticar cualquier dispositivo de bus, además de controlar el sistema mediante el programa de visualización adecuado. El cable de conexión no debe sobrepasar 15 metros de longitud. Alimentación: 21-32 V_{CC}. Consumo: 150 mW. Transmisión: 9600 bits/segundo.



Imagen 10.18 - Módulo de comunicación RS 232

Fuente de alimentación (640 mA con filtro)

La fuente de alimentación de 640 mA proporciona una tensión estable para la alimentación del bus KNX. Puede alimentar un total de 64 componentes, suponiendo que el consumo medio sea de 10 mA por cada uno. Esta fuente se conecta al bus mediante terminales de conexión, lo que elimina la necesidad de utilizar perfil de datos y conector. Está protegida contra cortocircuitos y sobrecargas en el bus. Tensión de salida: entre 28 V_{CC} y 31 V_{CC}. Intensidad máxima de salida: 640 mA.



Imagen 10.19 - Fuente de alimentación

Acoplador de BUS "BCU"

Este componente materializa la conexión entre el bus y el módulo de aplicación. Dicho módulo puede ser de tipo sensor o actuador, y siempre debe estar enchufado al acoplador.

El acoplador analiza el telegrama que le llega del bus, y se lo transmite al módulo de aplicación en forma de orden, a través del conector que los une. En sentido contrario, es el módulo quien manda la orden al acoplador, y éste la convierte en el telegrama que pasa al bus.



Imagen 10. 20 - Acoplador de BUS

Módulo sensor estándar (4 fases)

El módulo sensor es el mecanismo base de un teclado de cuatro fases mediante el cual se pueden realizar hasta ocho funciones distintas de conmutación, como por ejemplo el encendido y apagado de iluminación o la subida y bajada de elementos móviles.

Este dispositivo se puede conectar al acoplador de BUS o a un emisor de radio específico mediante el que se envían las órdenes de forma inalámbrica.

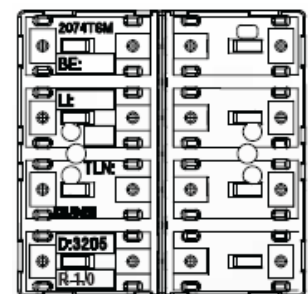


Imagen 10. 21- Módulo sensor estándar

Mecanismo de control de persianas

Mecanismo para el control electrónico de persianas, específicamente diseñado para la actuación sobre motores que funcionan a 24 V_{CC}.

Puede actuar sobre varios motores simultáneamente, siempre que estén conectados en paralelo y su intensidad nominal no supere los 3 A.

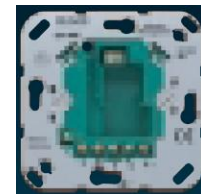


Imagen 10. 22 - Mecanismo de control de persianas

Familia: Elementos vía radio

Regulador universal para cable de lámparas

Permite accionar y regular mediante señales de radio diversos tipos de cargas incandescentes o halógenas, pudiendo también participar en escenas luminosas.

Un solo regulador puede responder a un máximo de 30 emisores distintos.

Alimentación: 230 V_{CA} (50 Hz).

Cargas conectables: Incandescentes y halógenas a 230 V_{CA}.

Potencia: 50 - 315 W.



Imagen 10. 23 - Regulador para cable de lámparas

Mando a distancia estándar confort

Al pulsar una de sus teclas, envía un telegrama vía radio que será recibido por todos los componentes del sistema, pero solamente aceptado por aquellos que sean sus destinatarios.

Dispone de tres grupos, cada uno de ellos dividido en ocho canales, por lo que se pueden controlar hasta 24 receptores con un solo mando.

Versión confort: Permite el control de escenas luminosas.

Frecuencia de emisión: 433,42 MHz.

Alcance de transmisión: Hasta 100 metros en campo abierto.



Imagen 10. 24 - Mando a distancia vía radio

Actuador para falso techo vía radio

Conmuta cargas eléctricas según le venga especificado por una señal de radio. Puede recibir señales de hasta 30 emisores.

Si recibe una orden directa desde un detector vía radio, entonces conecta la carga. Dispone de una entrada auxiliar para su accionamiento manual.

Se trata de un actuador sin regulación.

Alimentación: 230 V_{CA} (50 Hz).

Potencia de la carga: Lámparas incandescentes: 2300 W.

Halógenas: Desde 2300 W hasta 1000 W.



Imagen 10. 25 - Actuador vía radio

Emisor universal vía radio, 2 canales

El emisor universal de dos canales sirve para ampliar una instalación ya existente mediante la transmisión sin hilos de comandos de conmutación de 230 V.

Se puede usar el emisor universal en las funciones:

- Accionar.
- Regular.
- Control de persianas.

Alimentación: 230 V_{CA} (50 Hz).

Alcance de transmisión: Hasta 100 metros en campo abierto.



Imagen 10. 26 - Emisor universal vía radio, 2 canales

Regulador universal vía radio (para iluminación)

Permite accionar y regular en función de señales de radio diversos tipos de cargas luminosas incandescentes o halógenas.

Puede responder a un máximo de 30 emisores distintos.

Dispone de una entrada auxiliar que permite controlarlo desde un mecanismo externo conectado directamente a él.

Este regulador también puede participar en escenas luminosas.

Alimentación: 230 V_{CA} (50 Hz).

Potencia: 50 - 315 W.



Imagen 10. 27 - Regulador universal vía radio

Multisensor vía radio

El dispositivo reconoce hasta cuatro señales de potencial libre diferenciadas, a través de sus cuatro entradas. Dichas señales pueden ser proporcionadas por mecanismos pulsadores o interruptores convencionales.

En función de las señales que reciba por cada entrada, envía por radio los comandos adecuados (accionamiento, regulación, control de persianas o escenas luminosas).

Alimentación: 3 V_{CC}.

Alcance de transmisión: Hasta 30 metros en campo abierto.



Imagen 10. 28 - Multisensor vía radio

Teclado para control persianas con receptor de radio y teclado de superficie vía radio

Estos componentes no poseen características técnicas puesto que su única función es la de complementar a los dispositivos a los que están asociados.

Asociado al módulo sensor estándar (4 fases):



Imagen 10. 29 - Teclado de superficie vía radio

Asociado al mecanismo de control de persianas:

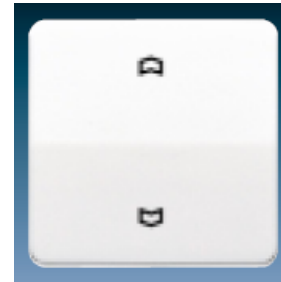


Imagen 10. 30 - Tecla para control de persianas

Familia: Actuadores

Actuador 8 salidas (16 A)

El actuador de accionamiento recibe telegramas de sensores u otros controladores a través del bus y acciona los dispositivos eléctricos que tenga asociados a cualquiera de sus ocho salidas independientes.

Cada salida dispone por separado de un relé biestable, de modo que los estados de accionamiento también quedan ajustados con seguridad a la caída de la alimentación.

No requiere alimentación externa adicional.

Corriente máxima de contacto: 230 V_{CA} – 16 A.

400 V_{CA} – 10 A.



Imagen 10. 31 - Actuador 8 salidas

Familia: Entradas

Entrada analógica (4 canales)

Este dispositivo dispone de 4 entradas analógicas, cuyos valores medidos pueden ser transformados en telegramas de 2 bytes, para ser mostrados en cualquier dispositivo de visualización del sistema. También permite establecer valores umbral para ejecutar procesos de regulación, generar alarmas, o controlar procesos que dependan de las variables meteorológicas.

Alimentación: 24 V_{CC} (+6 V / -4 V).

Consumo: 150 mW.



Imagen 10. 32 - Entrada analógica de 4 canales

Familia: Comunicación

Interface KNX EIB - Bluetooth

El interface EIB - Bluetooth permite el control y la visualización de una instalación domótica mediante dispositivos inalámbricos que dispongan de esta tecnología.

Se puede accionar y regular iluminación, llamar y memorizar escenas ambientales, controlar persianas, y mostrar valores de 2 bytes. El control se realiza desde una PDA o Pocket PC, cargados con un software especial suministrado con este aparato.

Especificación Bluetooth: Versión 1.2 (IEEE 802.15.1-2002).

Alcance de transmisión: Hasta 10 metros en campo abierto.



Imagen 10. 33 - Interface KNX EIB - Bluetooth

Central IP

La central IP permite el control de una instalación EIB desde una red local, LAN, o bien en remoto por Internet. Se puede conectar a Internet a través de una conexión ADSL, o bien mediante un módem analógico o RDSI, a través de una conexión RS 232.

Permite monitorizar y actuar sobre cualquier función del sistema a través del Internet Explorer, versión 5.5 o superior. Dispone de puertas lógicas y servicio de envío de email en caso de alarma.

Alimentación: 24 V_{CC}.

Consumo: 6 W.



Imagen 10. 34 - Central IP

Familia: Visualización

Pantalla táctil KNX a color

La pantalla táctil KNX permite controlar toda la instalación desde cualquier punto, de una forma cómoda, visual y sencilla.

El control de esta pantalla se lleva a cabo mediante una superficie táctil TFT de 5.7 pulgadas y 4096 colores.

Se puede montar en horizontal o vertical.

Alimentación: 230 V_{CA} (50 Hz).



Imagen 10. 35 - Pantalla táctil KNX

Familia: Teclados universales

Teclado universal (4 fases)

La característica que diferencia a los teclados universales es que solamente tienen un programa de aplicación, cuyos parámetros generales permiten establecer independientemente qué función debe realizar cada una de sus teclas.

Mediante el teclado de cuatro fases se pueden realizar hasta ocho funciones distintas (una por cada tecla).

Debe ir siempre conectado a un acoplador de bus.

Alimentación: 24 V_{CC} (+6 V / -4 V).

Consumo: 150 mW.



Imagen 10. 36 - Teclado universal de 4 fases

Familia: Accesorios

Terminales de conexión (2 polos)

Terminales de conexión.

Dos polos y cuatro puntos de conexión.

Para realizar la conexión de cables rígidos de 0.6 - 0.8 milímetros de sección.



Imagen 10. 37 - Terminales de conexión

Familia: Pulsadores, marcos y embellecedores

Los componentes incluidos en esta familia no poseen características técnicas puesto que su única función es la de complementar a los dispositivos a los que están asociados.

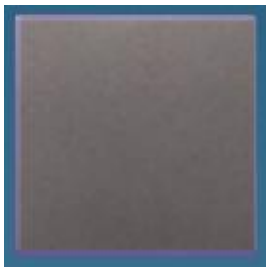


Imagen 10. 38 - Tecla interruptor conmutador, cruce y pulsador

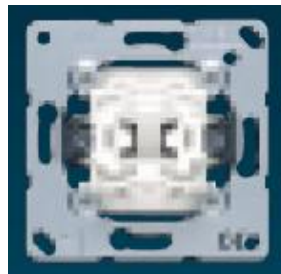


Imagen 10. 39 - Mecanismo pulsador unipolar



Imagen 10. 40 - Marco para montaje vertical y horizontal



Imagen 10. 41 - Marco para montaje horizontal y vertical



Imagen 10. 42 - Caja de empotrar para pantalla táctil KNX



Imagen 10. 43 - Marco embellecedor para pantalla táctil KNX

Familia: Otros**Cable BUS J-Y(St)Yh 2x2x0,8**

Bus de cuatro hilos (dos pares de hilos):

Par Negro/Rojo: Par de información.

Par Blanco/Amarillo: Par de fuerza.

Las características técnicas genéricas de este elemento fueron descritas en el capítulo 3 del presente proyecto (apartado 3.2.1)

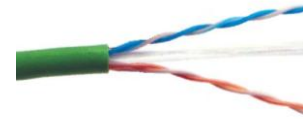


Imagen 10.44 - Cable BUS
J-Y(St)Yh 2x2x0,8

10.4 Posibilidades de actuación

Vistos los componentes domóticos de los que se dispone y tras el estudio teórico de los elementos susceptibles de automatizar en el entorno de la cocina, se procede a continuación a describir las propuestas de actuación reales en función de dichos componentes, partiendo de los grupos descritos en la Tabla 10.1.

Generalidades:

Los componentes estarán conectados al cable bus o a la red de fuerza (230 V_{CA}, 50 Hz), según precisen alimentación en corriente continua o alterna.

Todos los componentes que finalmente se instalen y que deban estar asociados al bus, estarán interconectados por medio del acoplador de línea. Si la suma de los componentes supera la cifra máxima permitida por el acoplador, deberá adquirirse otro acoplador de línea y un acoplador de área adicional para el enlace de ambos.

Para la alimentación del bus y de los dispositivos domóticos asociados a este, se utilizará la fuente de alimentación con filtro de 640 mA. Si las intensidades de funcionamiento de dichos dispositivos superasen los 640 mA, deberá adquirirse otra fuente de alimentación adicional y conectarla en paralelo con la anterior.

En lo referente a la supervisión y configuración del sistema, puede realizarse desde la pantalla táctil KNX, siempre que ésta haya sido previamente configurada.

Las posibilidades de actuación en función del resto de componentes domóticos de los que se dispone son las siguientes:

10.4.1 Elementos móviles

Apertura y cierre de puertas y cajones:

Para la apertura y cierre de las puertas de los cajones y armarios puede utilizarse cualquier módulo conmutador o teclado previamente programado o incluso uno de los dos actuadores de los que se dispone. No obstante, estos elementos únicamente se encargan de enviar el orden, por lo que resulta necesario adquirir el dispositivo receptor que se encargue de la apertura y cierre físico de las puertas.

Control regulable del armario escurrreplatos:

Esta posibilidad de automatización es viable si se opta por conectar los motores de los dos compartimentos del armario al mecanismo de control de persianas (cuyas características le permiten la actuación sobre varios motores monofásicos siempre que no se sobrepasen los 3 A de intensidad).

Este mecanismo puede ser controlado mediante cualquier teclado o pulsador configurado adecuadamente, e incluso de modo inalámbrico a través del actuador para falso techo vía radio o de la tecla para control de persianas vía radio, siempre desde el mando a distancia confort.

El inconveniente que se presenta es que si únicamente se dispone de un mecanismo de control de persianas, los compartimentos del armario escurrreplatos no podrán desplazarse de manera independiente.

10.4.2 Elementos no móviles

Control de relés alimentación de las DS:

Para realizar esta función pueden utilizarse tanto el actuador para falso techo vía radio, cuya función es la de conmutar cargas eléctricas, como el actuador de 8 salidas, que acciona cargas eléctricas hasta de 16 A.

Activación/desactivación de enchufes:

Del mismo modo que en el caso anterior, puesto que se trata de conmutar cargas, para realizar esta función pueden utilizarse tanto el actuador para falso techo vía radio, como el actuador de 8 salidas.

Seguridad en el entorno:

Mediante la instalación del detector de humos se consigue cubrir la protección del sistema frente a posibles incendios.

Cierre automático de la válvula de gas:

Para poder realizar funciones de automatización sobre este elemento debe tratarse de una electroválvula.

El cierre automático de la válvula de gas puede realizarse mediante el actuador para falso techo vía radio, el actuador 8 salidas o la entrada analógica. En este caso, el mecanismo más adecuado sería el cierre automático de la válvula a través de la entrada analógica (puesto que los otros dispositivos están más enfocados a cierres o aperturas manuales). La válvula se cerrará por tanto, cuando la entrada analógica reciba los parámetros correspondientes desde un sensor de gas o un dispositivo de medición de características similares.

Cierre automático de la válvula de agua:

Para poder realizar funciones de automatización sobre este elemento debe tratarse de una electroválvula.

El cierre automático de la válvula de agua puede realizarse mediante el actuador para falso techo vía radio, el actuador 8 salidas o la entrada analógica. Al igual que en el caso anterior, el mecanismo más adecuado para realizar esta función sería el cierre automático de la válvula a través de la entrada analógica (puesto que los otros dispositivos están más enfocados a cierres o aperturas manuales). La válvula se cerrará por tanto, cuando la entrada analógica reciba los parámetros correspondientes desde un sensor de agua o un dispositivo de medición de características similares.

10.4.3 Electrodomésticos

Los electrodomésticos no pueden automatizarse a partir de los elementos de los que se dispone. Las propuestas de actuación se detallan en el apartado 10.5.

En cuanto a la apertura y cierre de sus puertas, cabe la posibilidad de utilizar cualquier módulo conmutador o teclado previamente programado o incluso uno de los dos actuadores de los que se dispone. No obstante, al igual que el caso de las puertas y cajones, estos elementos únicamente se encargan de enviar la orden, por lo que resulta necesario adquirir el dispositivo receptor que se encargue de la apertura y cierre físico de las puertas.

10.4.4 Otras posibilidades del sistema

Control de sistema desde la PDA:

Mediante la interfaz KNX EIB - Bluetooth, puede controlarse prácticamente la totalidad del sistema domótico desde la PDA (siempre que ésta tenga incorporada la tecnología *Bluetooth*). Pueden realizarse tareas de control y supervisión si el dispositivo domótico se encuentra a menos de 10 metros de la PDA. Para ampliar el alcance de la transmisión, se deben adquirir más interfaces KNX (Imagen 10.45), puesto que una misma PDA puede controlar hasta ocho de estos dispositivos simultáneamente.

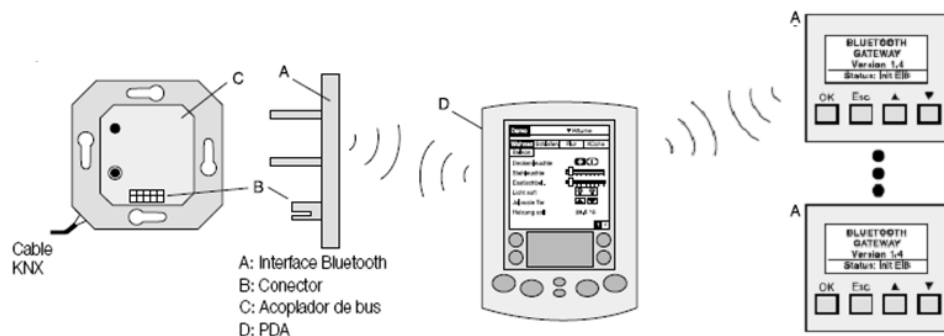


Imagen 10. 45 - Esquema de interconexión de la PDA y las interfaces KNX

Tras el relacionamiento de la PDA en el interfaz, cuando ésta entre en conexión con el interfaz, se le cargará automáticamente la aplicación que se haya diseñado. A partir de aquí, cualquier telegrama que transite por el bus, y esté dentro de la aplicación, será automáticamente transmitido hacia la PDA para que actualice el correspondiente estado. En sentido inverso, cualquier acción que se haga en la PDA será convertida al correspondiente telegrama *EIB* en el interface.

El interface contiene siempre los datos de *EIB* actualizados y actúa a modo de servidor para la PDA, de modo que en el momento en que se establezca la conexión, la aplicación visual de la PDA quedará automáticamente actualizada con los datos reales del momento.

Control y supervisión del sistema desde un ordenador central:

A través del módulo de comunicación USB o del módulo de comunicación RS 232, se puede conectar el sistema domótico a un ordenador, para poder controlar y supervisar dicho sistema. Las tareas de control permiten programar, parametrizar, direccionar o diagnosticar cualquier dispositivo de bus.

La supervisión sólo puede realizarse mediante el programa de visualización adecuado.

Si se opta por el módulo de comunicación RS 232, debe prestarse especial atención para que el cable no sobrepase los 15 metros de longitud.

Control remoto del sistema:

Mediante la central IP se puede realizar el control de una instalación domótica desde una red local, LAN, o bien en remoto por internet. Este aparato se conecta a Internet a través de una conexión ADSL, o bien mediante un módem analógico o RDSI, a través de una conexión RS 232. La central IP es en la práctica un servidor web que permite monitorizar y actuar sobre cualquier función del sistema a través de Internet. Pueden establecerse a través del navegador de internet patrones de temporización, permisos de acceso y otras configuraciones, accediendo de forma segura, mediante una clave de usuario.

La central IP puede realizar también la función de servidor de fecha y hora para el bus, pudiendo sincronizarse con algún servidor horario de Internet. Así pues, este dispositivo permite realizar funciones de programador anual con función astronómica y perfiles diarios, o simulación de presencia.

Si se conectan las cámaras de videovigilancia presentes en la cocina al sistema domótico, también podrán controlarse remotamente a través de este dispositivo.

10.4.5 Elementos cuya instalación se prevé en un futuro

Iluminación:

Las posibilidades de automatización de la iluminación son numerosas, puesto que se dispone de varios componentes destinados únicamente a este fin. Éstas son:

- *Control manual de las luminarias:* la función básica de encendido y apagado de la luz de la cocina puede realizarse mediante el módulo sensor estándar de 4 fases.
- *Iluminación automática por detección de presencia:* será necesario conectar al sistema domótico el detector de movimiento de 180°.
- *Regulación de la iluminación a diversos niveles:* podrán establecerse diferentes escenas luminosas mediante el regulador universal vía radio o el regulador universal para cable de lámpara. Ambos dispositivos son controlados inalámbricamente a través de mando a distancia estándar.

Apertura de la puerta y ventanas:

Para la apertura y cierre de la puerta o ventana puede utilizarse cualquier módulo conmutador o teclado previamente programado o incluso uno de los dos actuadores de los que se dispone. No obstante, al igual que en todos los casos de apertura y cierre, estos elementos únicamente se encargan de enviar la orden, por lo que resulta necesario adquirir el dispositivo receptor que se encargue de la apertura y cierre físico de las puertas.

Subida y bajada de las persianas:

Si se conecta el motor de las persianas (suponiendo que estén motorizadas en un futuro), al mecanismo de control de persianas, se podrá controlar su subida y bajada mediante cualquier teclado o pulsador configurado adecuadamente, e incluso de modo inalámbrico a través del actuador para falso techo vía radio o de la tecla para control de persianas vía radio desde el mando a distancia confort.

Si se pretende disponer de esta automatización simultáneamente a la del mueble motorizado, resulta necesario adquirir una segunda unidad del mecanismo de control de persianas.

10.5 Posibilidades de actuación futuras

Dado que el proyecto relacionado con el robot asistencial ASIBOT se encuentra en la actualidad enfocado fundamentalmente hacia este entorno robótico, la automatización de la cocina mediante dispositivos domóticos se encuentra en su primera fase.

Es por este motivo que los componentes *EIB* de los que actualmente se dispone no son suficientes a la hora de proyectar una instalación completamente automatizada y adaptada a usuarios discapacitados.

Con el objetivo de mejorar esta situación en un futuro, a continuación se exponen una serie de mejoras así como un cruce de dispositivos domóticos y elementos auxiliares disponibles en el mercado, para poder interactuar con los elementos susceptibles de automatización descritos previamente en el *apartado 10.2* de este proyecto.

De este modo, las bases para la construcción de una cocina completamente automatizada que ofrezca un entorno inteligente para la total integración del robot ASIBOT quedarán establecidas.

10.5.1 Mejoras futuras

Comparando las posibilidades de actuación teóricas anteriormente descritas con las posibilidades reales de actuación en función de los componentes disponibles, se hace patente la necesidad de adquirir nuevos componentes domóticos para cubrir todas las posibilidades de automatización. Las posibilidades de automatización no cubiertas actualmente son:

- Apertura y cierre de todas las puertas del mobiliario y cajones posibles.
- Apertura y cierre autónomo del grifo del fregadero.
- Monitorización de consumos.
- Detección temprana de fugas de agua.
- Detección de caídas de los usuarios discapacitados.
- Automatización de las funciones de los electrodomésticos.
- Apertura y cierre de las puertas de los electrodomésticos.
- Apertura y cierre de la puerta de la cocina manualmente y por proximidad.
- Apertura y cierre automática de todas las ventanas.
- Climatización programable y regulable.
- Iluminación regulable en función de la luminosidad exterior.
- Detección de intrusión en la estancia a través de las ventanas.
- Subida y bajada manual de todas las persianas.
- Subida y bajada de las persianas en función de la lluvia o la luminosidad exterior.
- Llamada automática a los servicios de emergencia.

Nota: También debe considerarse, aunque no forma parte del proceso de automatización, la reubicación de algunas DS para permitir el desplazamiento completo del mueble motorizado.

10.5.2 Componentes necesarios a adquirir

Para la realización de los procesos de automatización expuestos en el apartado anterior, resulta necesario adquirir como mínimo los siguientes dispositivos:

- Actuadores y motores de apertura y cierre para el mobiliario de la cocina.
- Grifo fotoeléctrico.
- Caudalímetros para poder efectuar la monitorización de consumos.
- Sensor de agua (inundación).
(Este sensor estará asociado a su respectiva llave-electroválvula de paso).
- Sensores de caídas.
- Actuador y motor de apertura y cierre para la puerta de la cocina.
- Sensor de proximidad para la apertura de la puerta de la cocina.
- Actuadores y motores de apertura y cierre para las ventanas.
- Sensor de temperatura y termostato.
- Detector de luminosidad (sensor crepuscular).
- Sensor de intrusión y/o sensor de rotura de cristales.
- Actuadores y motores de subida y bajada para las persianas.
- Estación meteorológica.
- Central de alarmas inalámbrica.

En lo referente a la automatización de los electrodomésticos, las opciones por las que puede optarse son las siguientes:

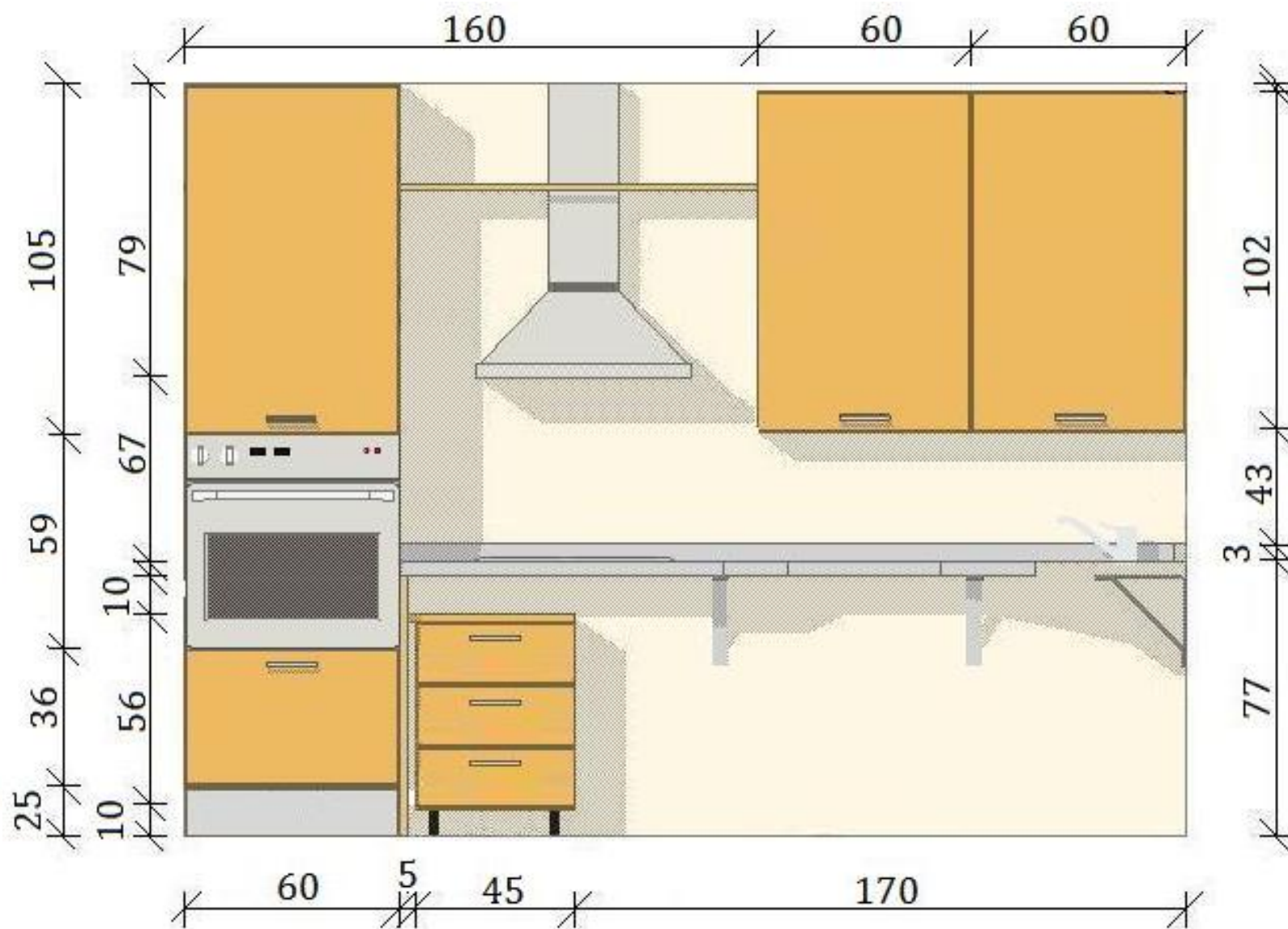
- Reemplazar los electrodomésticos actuales por electrodomésticos domóticos.
Esta opción es la menos viable por el alto coste de este tipo de equipamiento.
- Automatización “manual” de los electrodomésticos.
Para lo cual debe automatizarse, por un lado, la apertura y cierre de éstos a partir de un actuador y un motor apropiados y por otro lado sus funciones básicas, eliminando las aplicaciones que resulten prescindibles y diseñando un interfaz adaptado a discapacitados para su control remoto.

10.6 Planos de la cocina

A continuación se representan los planos de la cocina adaptada del robot ASIBOT y una fotografía real de ésta.

Se incluyen las medidas de los elementos que componen la cocina y otras igualmente relevantes desde el punto de vista ergonómico.

Todas las medidas de las cotas a continuación mostradas están expresadas en centímetros.



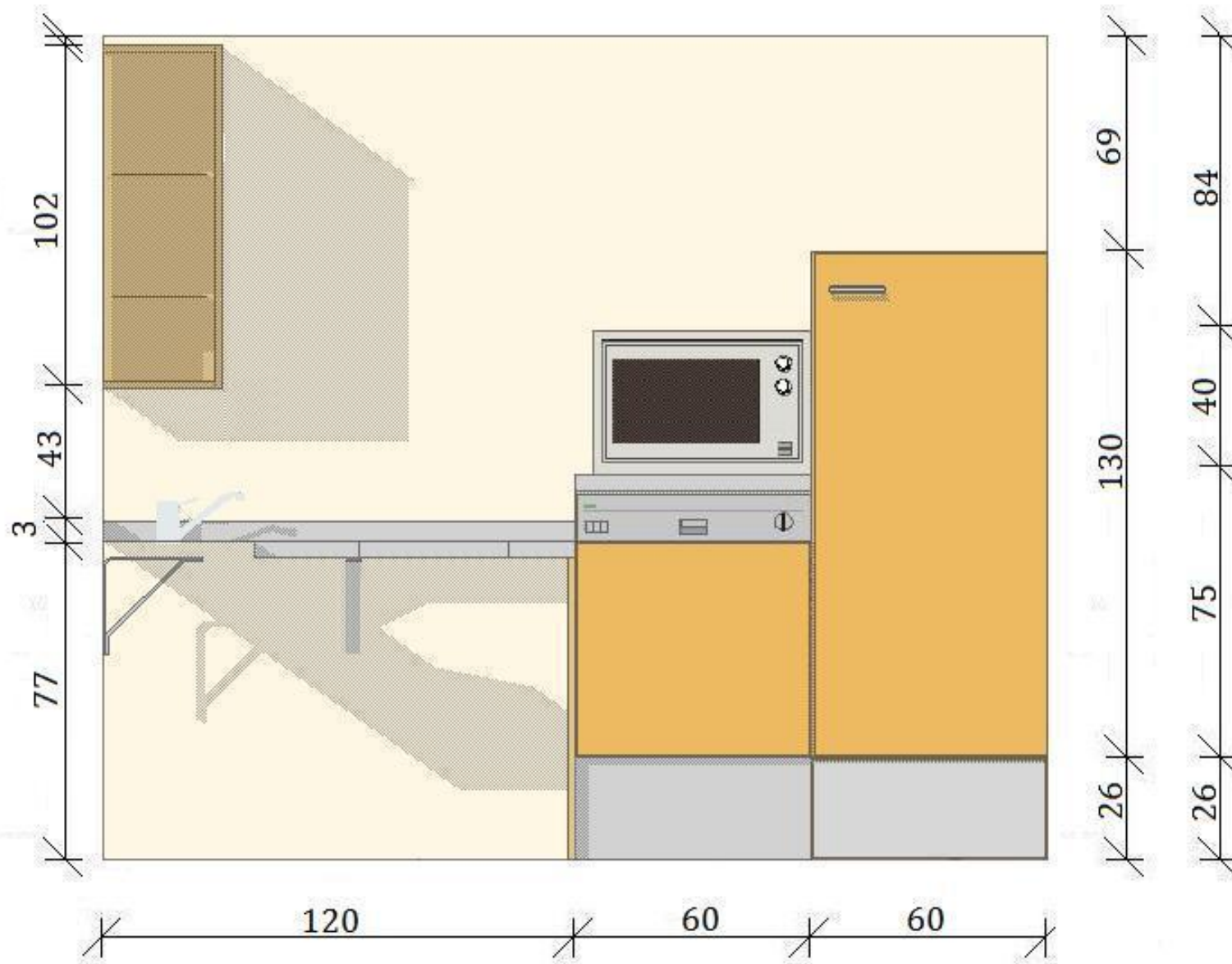
TÍTULO DEL PROYECTO
COCINA ADAPTADA

TÍTULO
ALZADO IZQUIERDO
Plano número: 01 / 04

Unidades
Centímetros
Fecha
Junio 2010

AUTOR
Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO
COCINA ADAPTADA

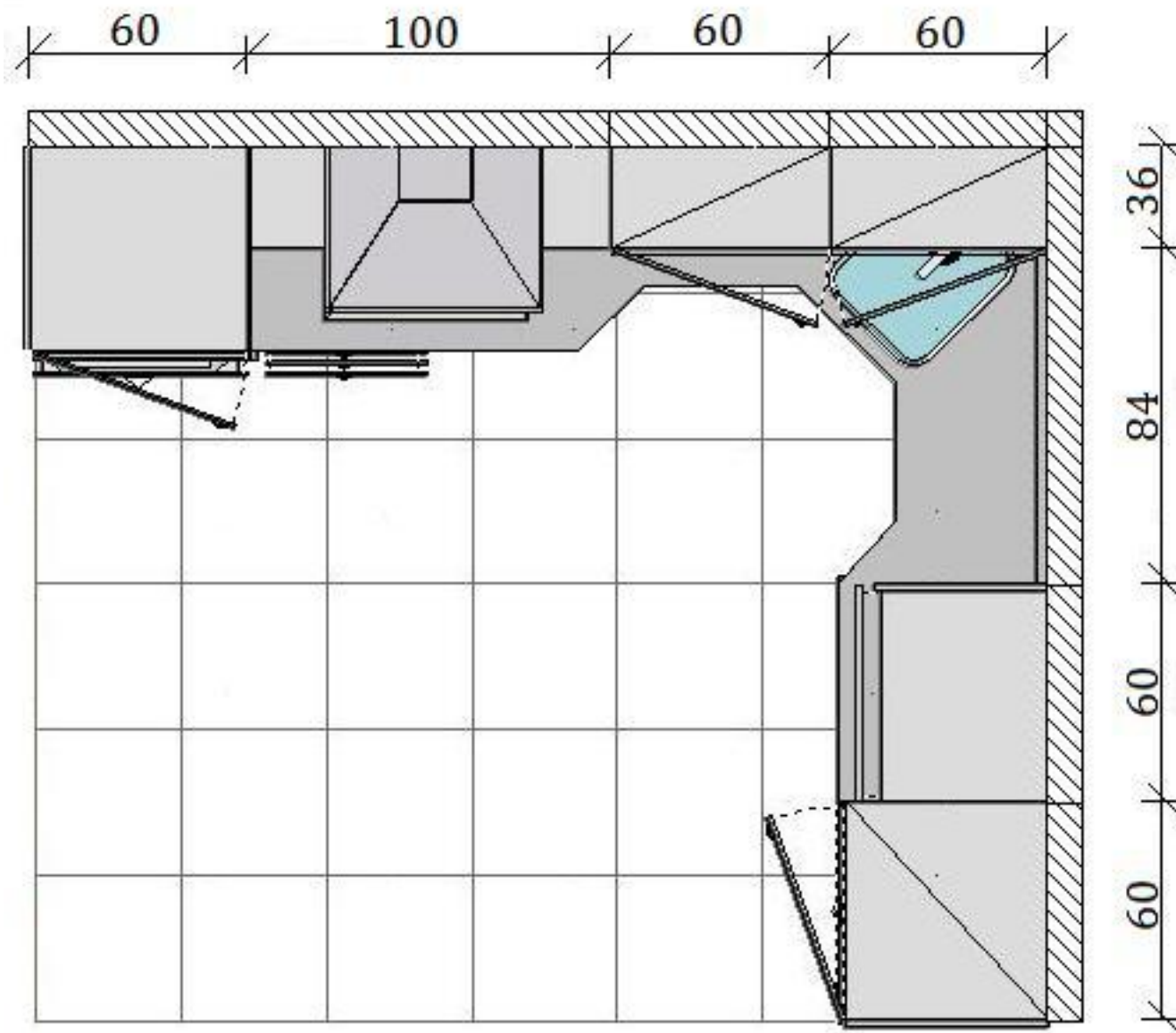
TÍTULO
ALZADO DERECHO
Plano número: 02 / 04

Unidades
Centímetros

Fecha
Junio 2010

AUTOR
Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO
COCINA ADAPTADA

TÍTULO
PLANTA
Plano número: 03 / 04

Unidades
Centímetros

Fecha
Junio 2010

AUTOR
Julián Rodríguez
Fernández





TÍTULO DEL PROYECTO
COCINA ADAPTADA

TÍTULO
FOTOGRAFÍA REAL
Plano número: 04 / 04

Unidades

-

Fecha

Junio 2010

AUTOR

Julián Rodríguez
Fernández



CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

A continuación se incluye un resumen del proyecto y las conclusiones obtenidas derivadas de este trabajo de investigación. Asimismo se proponen futuras líneas de continuación relacionadas con este estudio.

RESUMEN Y CONCLUSIONES:

La motivación inicial para la realización de este proyecto fin de carrera se fundamenta en la necesidad de las personas en situación de dependencia que presentan discapacidades físico-motoras de obtener el mayor grado de autonomía posible en su vida cotidiana como medio básico para conseguir su integración en la sociedad. (La dependencia, tal y como se ha definido, afecta a algo más de un 9% de la población española).

Sin embargo, el hecho de tener una discapacidad no quiere decir que no se pueda realizar una función o actividad correspondiente, sólo han de servírsele al discapacitado los medios adecuados para realizarla.

Y este pretende haber sido el objetivo final del proyecto, servir de herramienta de ayuda a las personas con necesidades especiales dentro del campo de desarrollo abarcado por el departamento de robótica asistencial de la Universidad Carlos III de Madrid, para lo cual se ha planteado un sistema teórico automatizado basado en la tecnología *EIB* dentro del entorno de trabajo del robot ASIBOT.

Por capítulos, el trabajo realizado se estructura de la siguiente forma:

- En el Capítulo 1 se ha descrito la situación actual de la tecnología domótica, así como su desarrollo histórico y los servicios que ésta puede ofrecer.
- En el Capítulo 2 se presentan los aspectos tecnológicos más significativos de las tecnologías domóticas en general, haciendo especial hincapié en las características de los sistemas más importantes a nivel mundial.
- En el Capítulo 3 se especifican las características propias de la tecnología domótica *EIB*, puesto que será la que se utilice en la automatización teórica posterior en el entorno del robot ASIBOT.
- En el Capítulo 4 se detallan las leyes y normas que hacen referencia a los sistemas domóticos.
- En el Capítulo 5, y como introducción al ámbito de las discapacidades, se analiza la situación actual de la discapacidad en el mundo, y más concretamente, en España. Posteriormente se ha realizado una clasificación de éstas para centrar finalmente el estudio en el tipo de discapacidad físico-motriz.
- En el Capítulo 6, de modo complementario al Capítulo 4, se ha detallado la normativa y legislación específica que hace referencia específica al entorno de las personas con discapacidad.

- En el Capítulo 7 se realiza un cruce de dispositivos tecnológicos en función del tipo de discapacidad que presentan los usuarios, para comprender de qué maneras puede interactuarse con el sistema domótico. Se analizan, asimismo, los principales interfaces de usuario adecuados para personas con necesidades especiales.
- En el Capítulo 8 se han planteado las pautas de diseño de una vivienda adaptada y automatizada para usuarios discapacitados. Se analizan todas las estancias de la vivienda desde perspectivas físicas y domóticas.
- En el Capítulo 9, y como introducción al último bloque temático, se estudian los contextos robótico y domótico por separado para posteriormente realizar un estudio de integración de ambos sistemas. Para contrastar dicho estudio teórico con un caso real, se describe un proyecto de características similares ya llevado a la práctica y se analizan las similitudes y diferencias entre ambos.
- En el Capítulo 10 se aplica el estudio previo anterior a un entorno real: la cocina del laboratorio de robótica asistencial de la Universidad Carlos III. Son analizados los elementos susceptibles de automatización en dicho entorno y contrastados con las posibilidades de actuación reales en función de los componentes *EIB* disponibles, planteándose finalmente las posibilidades de mejoras futuras.

Del trabajo realizado y los resultados obtenidos se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La combinación de las tecnologías modernas, y más concretamente, una eficiente combinación de robótica y domótica permite alcanzar una serie de mejoras en la vida cotidiana de las personas con necesidades especiales. Éstas son:

- ✓ Autonomía e independencia personal. (En algunos casos permite la vida independiente).
- ✓ Aumento de la comodidad y seguridad (mayor calidad de vida).
- ✓ Alta participación de los usuarios en las tareas de la vida cotidiana.
- ✓ Mejora de la autoestima, dado que el usuario comprueba que puede realizar un elevado número de tareas sin requerir a la ayuda de una segunda persona.
- ✓ Incremento de la toma de decisiones.
- ✓ Mejor comunicación del usuario con los servicios de asistencia, familiares, amigos, etc.
- ✓ Mejora de la respuesta ante situaciones imprevistas o de emergencia.
- ✓ Incremento del deseo de mejora en el proceso de rehabilitación.
- ✓ Reducción del coste asistencial cuando es necesaria la ayuda de una segunda persona.

Asimismo, la aplicación de las diversas tecnologías incluidas en este proyecto debe tener en cuenta diversos aspectos tales como:

- ✓ Precio de los elementos tecnológicos.
- ✓ Fácil mantenimiento de las instalaciones y dispositivos.
- ✓ Conveniencia de ser incorporados desde la fase de construcción de la vivienda.

- ✓ Posibilidades de ampliación o sustitución en función de las necesidades de los usuarios y de la evolución tecnológica.
- ✓ Formación y entrenamiento del usuario.
- ✓ Retardo y sensibilidad adecuada de los sensores y actuadores domóticos.

En conclusión, la automatización de viviendas y edificios está llamada a ocupar en los próximos años un destacado lugar en el entorno de la integración y la autosuficiencia de las personas con diversidad funcional. Es por esto, que actualmente una instalación domótica ya puede ser considerada como una ayuda tecnológica avanzada.

Para fomentar el desarrollo de estas nuevas tecnologías y sistemas entre los colectivos con necesidades especiales, y cubrir la tendencia social que aborda la importancia de la asistencia técnica y tecnológica, es necesario abordar políticas que promuevan este efecto, tales como:

- ✓ El diseño para todos. Presentando soluciones y avances hacia una mayor accesibilidad técnica de los sistemas domóticos y robóticos en el campo de la dependencia.
- ✓ La coordinación y concienciación de los agentes implicados. Esta es una acción básica y determinante a la hora de acceder a estas tecnologías y plantearse un mayor alcance de las mismas.
- ✓ Un incremento de la accesibilidad económica y la formación. Estos parámetros son los ejes de desarrollo de cualquier política de implementación de estas tecnologías entre los colectivos dependientes.
- ✓ Establecimiento de leyes y normativas más pragmáticas que incentiven el desarrollo y la aplicación de criterios de accesibilidad al hardware y software.

FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO:

Dado que el proyecto relacionado con el robot asistencial ASIBOT se encuentra en la actualidad enfocado fundamentalmente hacia este entorno robótico, la automatización de la cocina mediante dispositivos domóticos se encuentra, tal y como se ha detallado, en su primera fase.

Con el objetivo de mejorar esta situación en un futuro, y a partir del trabajo realizado, a continuación se proponen los siguientes temas para estudios e investigaciones futuras:

- Ampliación de los grupos de discapacidades presentes en el proyecto, integrando el campo de la automatización con otro tipo de limitaciones funcionales.
- Implementación de los conceptos teóricos descritos de forma real en la cocina, mejorando las propuestas de actuación en función de las necesidades reales de los usuarios en base a ensayos realizados en este entorno.
- Diseño de una interfaz específica adaptada a usuarios discapacitados basada en un medio físico complementario a la PDA actual. Este dispositivo tiene la desventaja de que se requiere mucha precisión en las manos para su utilización, por lo que serán necesarios ciertos ajustes para su uso.

- Adaptar las funciones básicas de los electrodomésticos de la cocina (desechando las funciones innecesarias) y diseñar un interfaz adaptado para su control remoto, automatizando éstos e integrándolos en el sistema domótico.
- Diseño de una tabla de niveles domóticos similar a la incluida en el apartado 4.3 del presente proyecto aplicable a instalaciones automatizadas especialmente adaptadas para usuarios discapacitados, haciendo referencia por ejemplo, a la usabilidad, la flexibilidad, adaptabilidad, escalabilidad del sistema, etc.
- Desarrollo de una pasarela inalámbrica entre el sistema domótico y el interfaz de usuario basada en el sistema ZigBee. Esta tecnología se aplica en la actualidad a sistemas que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos, por lo que se prevé que a corto plazo sea la pasarela inalámbrica más propicia para su uso en sistemas domóticos.

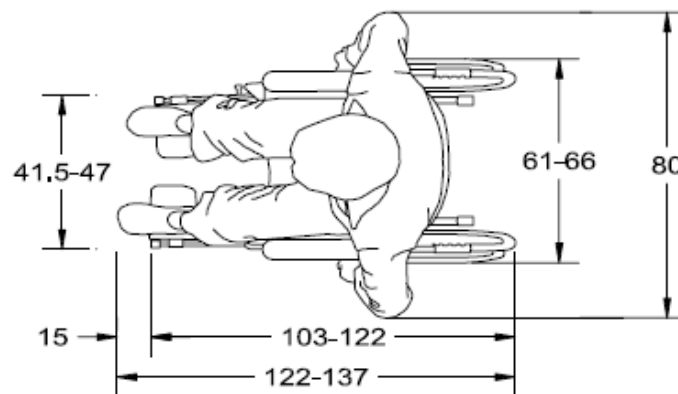
ANEXO: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Debido a los múltiples tipos de discapacidades motrices que requieren una serie de ayudas técnicas, se ha considerado indispensable incluir un compendio de medidas antropométricas básicas de las personas con limitaciones de movilidad aplicadas al diseño de los espacios, entendiéndose por ello, las medidas antropométricas tanto estáticas como dinámicas y su relación con el espacio construido, con el fin de definir las dimensiones mínimas requeridas.

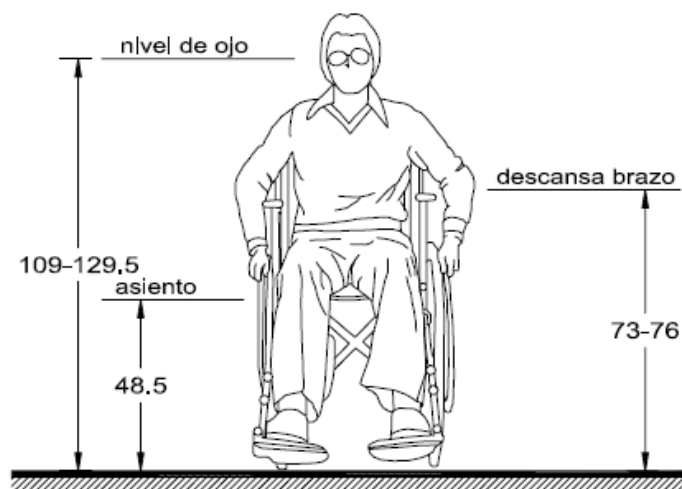
Para elaborar este anexo se han consultado manuales y normas de instituciones nacionales que han tratado de avanzar hacia una antropometría más cercana a nuestras características físicas, si bien se han tenido en cuenta primordialmente las medidas descritas en la Guía Técnica de Accesibilidad creada en el año 2001 por el Ministerio de Fomento [28].

Todas las cotas y medidas reflejadas en las imágenes expuestas a continuación están expresadas en centímetros.

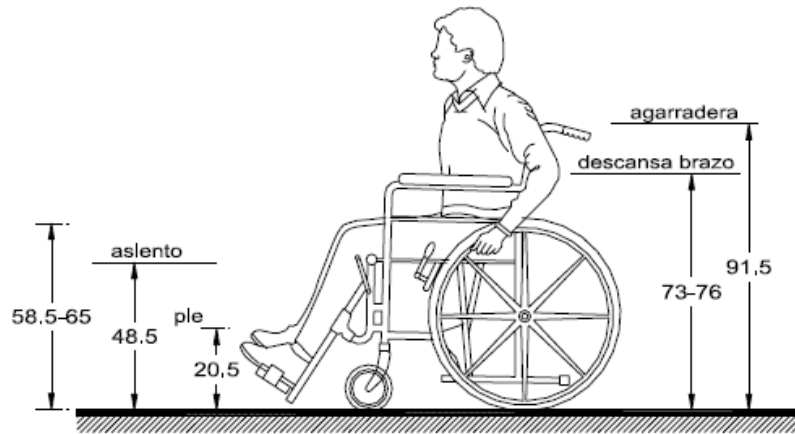
PERSONA EN SILLA DE RUEDAS. POSICIÓN ESTÁTICA



Planta

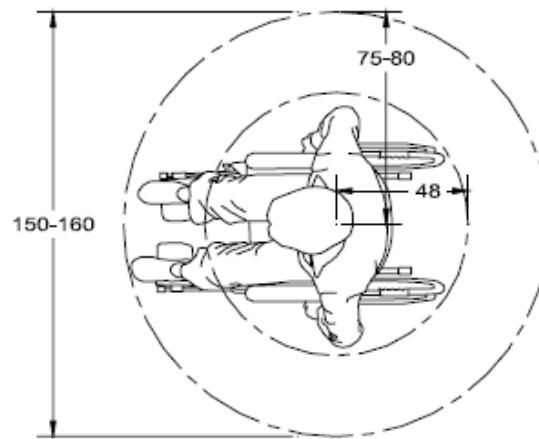


Alzado frontal

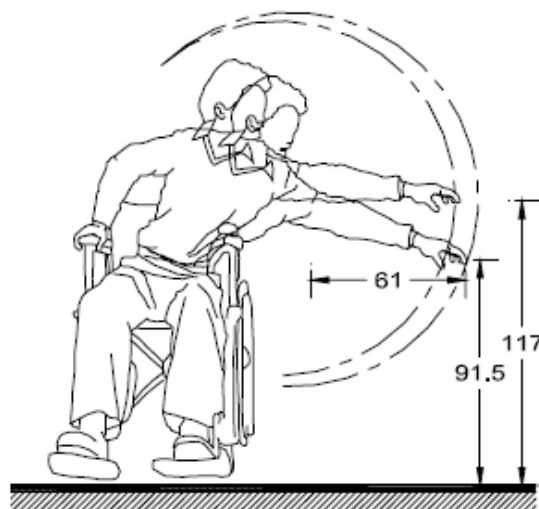


Alzado lateral

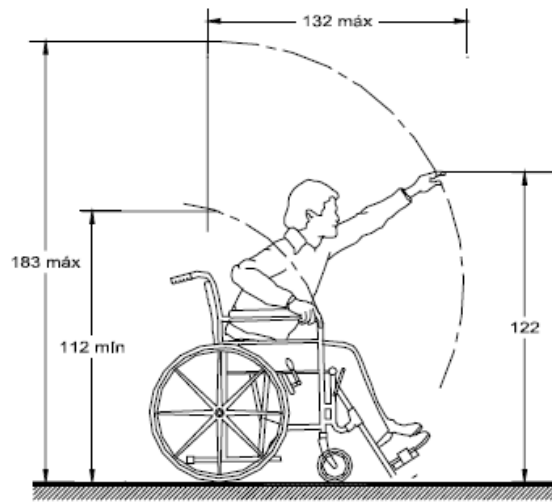
PERSONA EN SILLA DE RUEDAS. POSICIÓN DINÁMICA



Planta

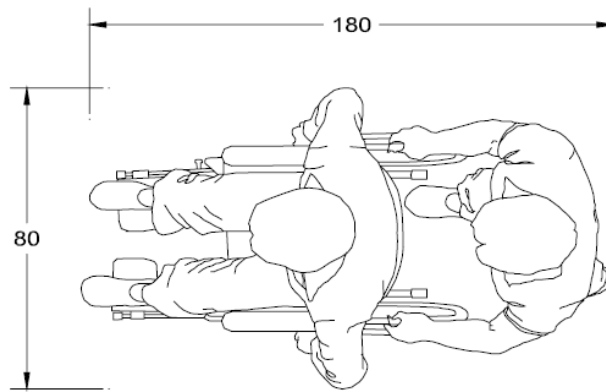


Alzado frontal

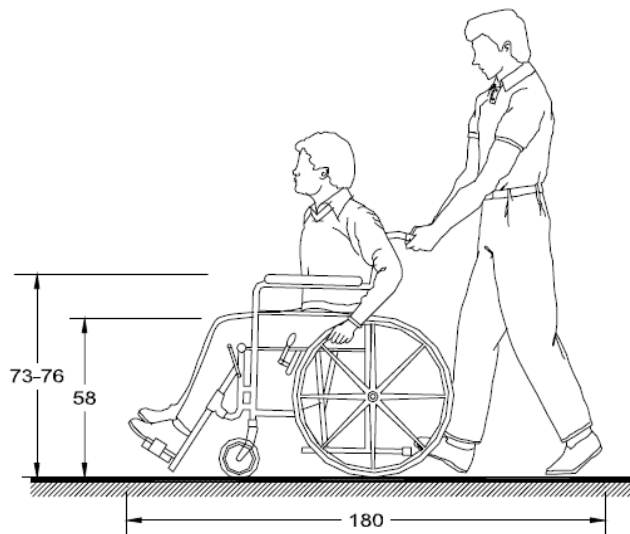


Alzado lateral

PERSONA EN SILLA DE RUEDAS CON ACOMPAÑANTE

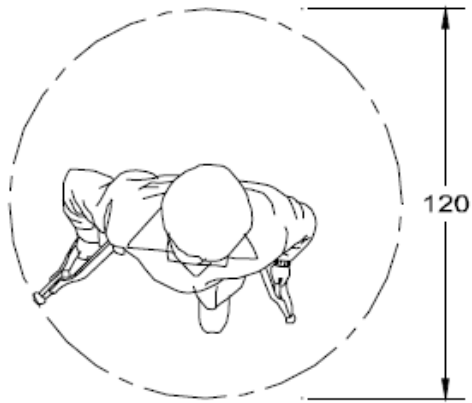


Planta

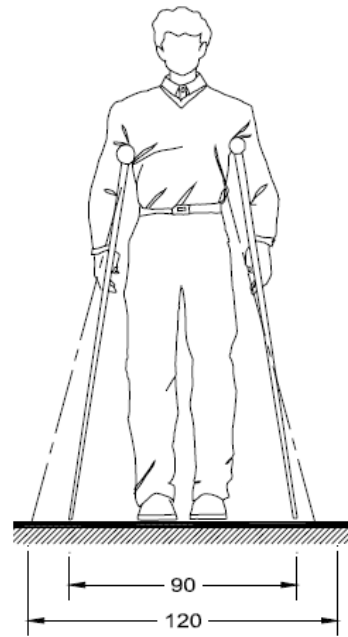


Alzado lateral

PERSONA CON MULETAS

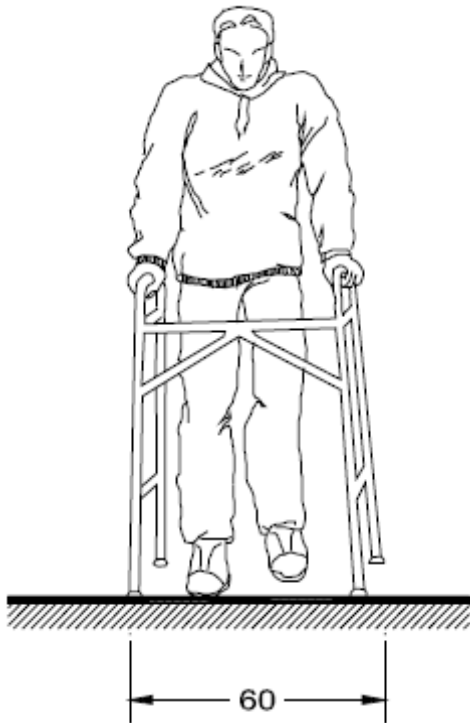


Planta



Alzado frontal

PERSONA CON ANDADERA O BASTÓN



Andadera



Bastón

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A continuación se muestran una serie de definiciones ordenadas alfabéticamente, consideradas de interés dentro del ámbito de aplicación de este proyecto, incluyendo los conceptos técnicos y no técnicos más representativos:

Accesibilidad: Grado en el que todas las personas pueden realizar una actividad o hacer uso de un servicio u objeto cualquiera independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. Cuando no es posible alcanzar este grado deben utilizarse ciertos elementos o ayudas técnicas.

Adaptabilidad: Es la capacidad de acomodarse o ajustarse un elemento a otro. En determinadas situaciones, debe modificarse el entorno (adaptarlo) para satisfacer las necesidades de accesibilidad de los usuarios.

ASIBOT: Robot personal portable de ayuda asistencial en actividades de la vida cotidiana para personas que presentan discapacidades motrices así como para personas de la tercera edad.

Ayudas técnicas: Productos y servicios específicos para ciudadanos con múltiples deficiencias o graves discapacidades para los que no sea posible crear un “diseño universal”. Los tipos de ayudas técnicas más usuales para facilitar la movilidad de personas con discapacidades motrices son los siguientes:

- Andadera: ayuda técnica que sirve para facilitar la de ambulación en pacientes con discapacidades motrices leves en los miembros inferiores.
- Bastón de mano: ayuda técnica para caminar que permite la descarga parcial del peso al apoyar la mano sobre el mango del bastón.
- Bastón trípode y cuádruple: ayuda técnica que tiene tres o cuatro apoyos en la base respectivamente, aumentando la estabilidad (así como el peso) del bastón.
- Muletas: ayuda técnica para la marcha, que permite descargar el peso parcialmente en las axilas y en las manos.
- Silla de ruedas: silla con respaldo montada sobre ruedas que permite a una persona con incapacidad de la locomoción desplazarse. Tipos: *silla de ruedas de propulsión manual* y *silla de ruedas de propulsión eléctrica*:

Control de entorno: Recurso que permite, mediante la aplicación de las tecnologías adecuadas, la mejora de la autonomía de las personas con discapacidad. Debe ser considerado como una herramienta de primera necesidad.

Deficiencia: Se refiere a toda pérdida o anomalía de una estructura corporal o función psicológica, fisiológica o anatómica, cualquiera que sea su causa. Las deficiencias representan trastornos al nivel de los órganos del cuerpo.

Dependencia: Situación personal que requiere la ayuda prolongada de otra persona o tecnología para realizar las actividades básicas e instrumentales de la vida cotidiana. También puede hacer referencia a una amplia gama de aparatos terapéuticos como muletas, andadores, etc.

Discapacidad: Cualquier restricción, limitación o falta de capacidad (como resultado de una deficiencia) para realizar una actividad en la forma o dentro del rango considerado normal

(en función de la edad, sexo y factores sociales) para un ser humano. Las personas con discapacidad son aquellas que tienen una incapacidad permanente o progresiva que supone una desventaja si no se cuentan con las ayudas necesarias.

Discapacidad motriz: Es la limitación de movilidad causada por trastornos neuromotores, que produce dificultades en el control del movimiento y la postura del cuerpo de una persona en diferentes grados.

Discapacidad músculo esquelética. Hace referencia a la incapacidad de la persona para moverse o caminar, y las dificultades para mantener posturas de disposición del cuerpo y habilidades manipulativas como agarrar y sostener objetos.

Diseño universal: Construcción de un espacio y diseño de una serie de productos y servicios que puedan ser utilizables por todos los ciudadanos con independencia de su capacidad funcional, el objetivo de que el entorno no sea en ningún caso discriminante o excluyente.

(El diseño universal y las ayudas técnicas deben ser estrategias complementarias para asegurar un diseño del entorno lo más general posible, acompañado de dispositivos que pueden estar integrados o no al diseño general, como alternativos, y que facilitarán que nadie pueda quedarse sin utilizar un determinado producto o servicio).

Domótica: Conjunto de productos y servicios automáticos, unidos entre sí y que interactúan con el fin de ayudar o mejorar la calidad de vida de sus diferentes usuarios, de acuerdo con sus necesidades.

Entorno accesible: Entorno en el cual, las personas con algún tipo de discapacidad puedan desenvolverse en igualdad de condiciones que las demás personas.

Ergonomía: Es la ciencia de instalación de trabajo, dispositivos, sistemas y entorno físico a las características y cualidades humanas.

Independencia: Situación en la que una persona es capaz de desenvolverse en el entorno por sus propios medios o mediante ayudas tecnológicas, pero sin necesidad de entregar a otras personas el control de todas o algunas de nuestras acciones, es decir, sin ayuda de otro ser humano.

Minusvalía: Es la pérdida o limitación de las oportunidades para participar en la vida de la comunidad en condiciones de igualdad. Así pues, en el concepto de minusvalía se involucra la persona con discapacidad en su interacción y adaptación con el entorno físico y social (barreras arquitectónicas, obstáculos físicos, escasa promoción de los derechos de las personas con discapacidad, etc.), en función de su edad, sexo y factores socioculturales.

Paraplejía: Discapacidad que supone la pérdida de movilidad y sensibilidad en parte o la totalidad de las extremidades inferiores. Es resultado de una lesión medular o de una enfermedad congénita.

Paraplejía inversa: Discapacidad producida por una lesión medular incompleta, que tiene como consecuencia la parálisis parcial o total de las extremidades superiores, funcionando correctamente las inferiores.

Tecnología de apoyo: Cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipos, instrumentos, tecnología y software) que es usado para incrementar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de personas con discapacidad.

Teleasistencia: Servicio de ayuda a domicilio, el cual se presta mediante un dispositivo electrónico y un transmisor de radio portátil, conectado a la red telefónica que permite avisar de cualquier emergencia que pueda sufrir el usuario, proporcionando autonomía y seguridad en situaciones de seguridad.

Tercera edad: Término que hace referencia al grupo de la población de personas mayores o ancianas, cuya edad supera generalmente los 60-65 años. Estos individuos pueden presentar algún tipo de impedimento, que siendo normal para su edad, causa una desventaja o limitación en sus actividades cotidianas y en consecuencia requiere la asistencia de otra persona.

Tetraplejía: Se trata de una discapacidad derivada de una lesión medular alta, a nivel cervical, cuya consecuencia es la ausencia de movimiento y sensibilidad en las extremidades superiores e inferiores.

Triplejía: Discapacidad que supone la ausencia de movimiento y de sensibilidad en un brazo y las extremidades inferiores. Generalmente se produce como resultado de una sección incompleta de la médula.

Usabilidad: Facilidad con la que las personas pueden utilizar una herramienta particular o cualquier otro objeto fabricado por humanos con el fin de alcanzar un objetivo concreto. Los productos que posean esta característica podrán ser utilizados por usuarios específicos para alcanzar sus objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso.

BIBLIOGRAFÍA

- [01] Domótica y Hogar Digital. *Stefan Junestrand, Xavier Passaret, Daniel Vázquez*. Ed. Thomson Paraninfo, 2004. ISBN: 9788428328913.
- [02] Edificios inteligentes y domótica: instalaciones automatizadas en viviendas y edificios. *Santos F. Laserna Larburu*. Ed. Logical Design, 1999. ISBN: 9788493043100.
- [03] Domótica - Edificios Inteligentes. *José Manuel Huidobro y Ramón J. Millán Tejedor*. Ed. Creaciones Copyright. ISBN: 9788496300439.
- [04] Sistemas de control para viviendas y edificios: Domótica. *José María Quintero González, Javier Lamas Graziani, Juan D. Sandoval*. Ed. Paraninfo. ISBN: 9788428325158.
- [05] Instalaciones automatizadas en viviendas y edificios. *José Moreno Gil, Elías Rodríguez, David Lasso Tárraga*. Ed. Thomson Paraninfo, 2008. ISBN: 9788497320245.
- [06] REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión). Aprobado por el RD 842/2002, de 2 de agosto. (BOE número 224 de 18 de septiembre).
- [07] AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
<http://www.aenor.es>
- [08] CEDOM (Asociación Española de Domótica). Tabla de niveles de certificación domótica.
<http://www.cedom.es/tablas-niveles.php>
- [09] OMS (Organización mundial de la salud).
<http://www.who.int/es/>
- [10] Estudio monográfico: La discapacidad en la sociedad española. *Antonio Abellán García, M.ª Dolores Puga González*. CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).
<http://www.csic.es/>
- [11] EDAD: Encuesta sobre Discapacidades, Autonomía personal y situaciones de Dependencia. Instituto nacional de estadística. Año 2008.
<http://www.ine.es/>
- [12] TIC y Dependencia. Estudio de opinión. *Fundación Vodafone España*. Afanias Industrias Gráficas, mayo 2007. ISBN: 9788493474027.
- [13] L. M. Portal dedicado a la lesión medular.
<http://www.lesionmedular.org/>
- [14] Health System. University of Virginia.
<http://www.healthsystem.virginia.edu/toplevel/home/home.cfm>

- [15] Catálogo de productos B&J Adaptaciones, año 2009. Empresa *B&J Adaptaciones, S.L.*
<http://www.bj-adaptaciones.com>
- [16] Catálogo de productos Proinssa, año 2008. *Promoción de iniciativas Socio-Sanitarias, S.L.*
<http://www.proinssa.com>
- [17] Catálogo del Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT).
<http://www.ceapat.org>
- [18] International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF).
<http://www.who.int/classifications/icf/en/>
<http://apps.who.int/classifications/icfbrowser/>
- [19] Estudios ASURA.
Vivienda domotizada para mejorar la vida cotidiana de las personas con discapacidad.
<http://www.centrodato.org/estudiosAsura/introduccion.php>
- [20] Sistema robótico para autoalimentación “My-Spoon”. Empresa japonesa *SECOM Ltd.*
<http://www.secom.co.jp/english/myspoon/>
- [21] “Asibot: Robot portátil de asistencia a discapacitados. Concepto, arquitectura de control y evaluación clínica”.
Alberto Jardón, Carlos Balaguer. Conferencia sobre nuevas tecnologías y discapacidad: accesibilidad universal y diseño de entornos, productos y servicios para todas las personas. Pamplona, mayo 2007.
- [22] “Human-robot coexistence in robot-aided apartment”.
R. Correal, A. Jardón, S. Martínez, R. Cabás, A. Giménez, C. Balaguer. International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Tokyo, octubre 2006.
- [23] “ASIBOT Assistive robot in a domestic environment”.
A. Jardón, J.C. González, M. Stoelen, S. Martínez, C. Balaguer. 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. Grecia, junio 2009.
- [24] “Toward a Generic Human Machine Interface for Assistive Robots: the AMOR project”.
Mahmoud Ghorbel, Mossaab Haariz, Bernard Grandjean, Mounir Mokhtari. IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics. Chicago, junio/julio 2005.
- [25] “Interaction homme-machine dans le cas d’un handicap moteur” .
B. Abdulrazak. University of Evry-Val d’Essonne. Mayo 2004.
- [26] Parque Científico de la Universidad Carlos III de Madrid. Centros I+D+I.
Centro de Tecnologías para la Discapacidad y Dependencia.
http://www.uc3m.es/portal/page/portal/investigacion/parque_cientifico/centros_idi/discapacidad_dependencia
- [27] Catálogos de componentes y tarifas KNX 2009. Empresa *JUNG ELECTRO IBERICA, S.A.*
<http://www.jungiberica.es/>
- [28] Guía Técnica de Accesibilidad en la Edificación.
Ministerio de Fomento – Ministerio de Vivienda. Año 2001.
http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=60

