

# Índice general

## Parte I

### Cableado estructurado de redes

Introducción .....	3
--------------------	---

#### Capítulo 1 - Evolución y perspectiva de las redes de cableado estructurado

#### Capítulo 2 - Conceptos básicos de redes y transmisión de señales

1. Redes LAN .....	9
1.1 Topología física de las redes LAN .....	10
1.2 Protocolos .....	14
1.3 Equipamientos para redes LAN .....	17
2. Unidades de medida para los parámetros de transmisión .....	19
2.1 El decibelio (dB) y el decibelio milivatio (dB <sub>m</sub> ) .....	19
2.2 Ancho de banda y capacidad .....	19

#### Capítulo 3 - Medios de transmisión en cobre

1. Introducción .....	23
2. Parámetros de transmisión .....	23
2.1 Atenuación .....	23
2.2 Ruido .....	24
2.3 Diafonía .....	24
2.4 Relación atenuación-diafonía o <i>Attenuation Crosstalk Ratio (ACR)</i> .....	26
2.5 Impedancia .....	27
2.6 Pérdidas de retorno .....	27
2.7 Retardo de propagación .....	27
2.8 Retardo de propagación entre pares ( <i>Delay Skew</i> ) .....	28
3. Cables .....	28
3.1 Cable coaxial .....	28
3.2 Cable de par trenzado .....	29
3.3 Conectores .....	30

### Capítulo 4 - Fibra óptica

1. Introducción .....	33
2. Características de la fibra óptica .....	33
2.1 Principios de funcionamiento .....	34
2.2 Tipos de fibra óptica .....	35
3. Parámetros de transmisión de la fibra óptica .....	36
3.1 Apertura numérica .....	36
3.2 Atenuación .....	36
3.3 Ancho de banda .....	36
3.4 Pérdidas de retorno .....	36
3.5 Dispersión .....	37
4. Cables de fibra óptica .....	37
5. Equipamiento de fibra óptica .....	38
5.1 Conectores de fibra óptica .....	38
5.2 Fuentes de energía óptica .....	39
5.3 Detectores de energía óptica .....	40

### Capítulo 5 - Estándares IEEE para redes LAN

1. Introducción .....	41
2. <i>Ethernet IEEE 802.3</i> .....	42
3. <i>Fast Ethernet – IEEE 802.3u</i> .....	42
4. <i>Gigabit Ethernet – IEEE 802.3z</i> .....	42
5. <i>10-Gigabit Ethernet – IEEE 802.3ae-an</i> .....	44

### Capítulo 6 - Cableado estructurado

1. Introducción .....	45
2. Consideraciones sobre cableado estructurado .....	46
2.1 Estándares y normativas .....	47
2.2 Organismos normalizadores .....	47
2.2.1 Internacionales .....	48
2.2.2 Regionales europeas .....	48
2.2.3 Americanas .....	48
2.2.4 Españolas .....	48
2.3 Repaso de las normativas más importantes .....	49
3. Norma EN 50173:2005 – ISO/IEC 11801 – ANSI/EIA/TIA 568B “Norma para construcción comercial de cableado de telecomunicaciones” .....	50

3.1	Categorías .....	50
3.2	Clases .....	52
3.3	Topología .....	53
3.4	Espacios de telecomunicaciones .....	54
3.5	Longitud de los cables .....	57
3.6	Punto de trabajo ( <i>Work Area. WA</i> ) .....	57
3.7	Medios de transmisión y resto de elementos .....	58
4.	Norma EN 50174:2002 – ISO/IEC 11801 – ANSI/EIA/TIA 569B “Norma de construcción e instalación comercial para vías y espacios de telecomunicaciones” .....	58
4.1	Especificaciones sobre conductos .....	59
4.2	Cuarto de telecomunicaciones .....	60
4.3	Norma ANSI/EIA/TIA 606A “Norma de administración y etiquetado para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales” .....	60
4.4	Norma ANSI/EIA/TIA 607A “Requisitos de apantallamiento, tierra y unión equipotencial para telecomunicaciones en edificios comerciales” .....	61
4.5	UNE EN 55022/A2:2004 o 55024/A2:2004: normas relativas a temas de compatibilidad electromagnética (interferencias electromagnéticas, tanto en inmunidad como en radiación) .....	62
4.6	Norma ANSI/EIA/TIA 758 “Conductos enterrados bajo tierra y tendidos aéreos” .....	62
5.	Certificación del sistema de cableado estructurado .....	63

## **Capítulo 7 - Ejemplo práctico**

1.	Diseño de un sistema de cableado estructurado basado en las normas.....	65
1.1	Definición de puestos de trabajo .....	66
1.2	Ubicación de salas técnicas y dimensionamiento de canalizaciones .....	66
1.3	Dimensionamiento de las troncales .....	66
1.4	Dimensionamiento de los armarios .....	67
1.5	Recomendaciones de Instalación .....	67
1.6	Certificación final .....	68
1.7	Garantía .....	68
	Bibliografía .....	69

## Parte II

### Sistemas inteligentes de control

#### Capítulo 1 - Domótica

1. Introducción .....	73
1.1 Hogar digital .....	74
1.2 Hacia un ambiente inteligente .....	74
2. Aspectos generales de la domótica .....	75
2.1 Control energético .....	76
2.2 Confort .....	77
2.3 Seguridad .....	78
2.4 Comunicaciones .....	81
3. Medios de transmisión .....	82
4. Los protocolos de la domótica .....	83
5. Componentes en sistemas domóticos .....	83
5.1 Sensores .....	84
5.1.1 Sensores de luminosidad .....	85
5.1.2 Sensores de temperatura .....	86
5.1.3 Sensores volumétricos de presencia .....	86
5.1.3.1 Diagramas de un detector de presencia .....	88
5.1.4 Detectores de incendios .....	89
5.1.5 Detectores de inundación .....	90
5.1.6 Detectores de gas .....	90
5.1.7 Detectores de puertas y ventanas abiertas .....	90
5.1.8 Anemómetros .....	91
5.1.9 Interruptores de lluvia .....	91
5.1.10 Contadores de energía .....	91
5.1.10.1 Tipos de contadores de energía eléctrica .....	92
5.1.11 Otros tipos de sensores .....	93
5.2 Actuadores .....	93
5.2.1 Relés .....	95
5.2.2 Contactores .....	96
5.2.3 Motores en domótica .....	96
5.2.4 Luminarias .....	98
5.2.4.1 Regulación de intensidad luminosa .....	98
5.2.5 Sirenas .....	99
5.2.6 Electroválvulas .....	99
5.3 Unidades de control .....	100
5.4 Interfaces de usuario .....	100
5.5 Pasarelas de comunicación .....	102
5.5.1 Características .....	104
5.5.2 Tipos de pasarelas .....	105

6.	Topología .....	107
6.1	Sistemas centralizados .....	108
6.2	Sistemas descentralizados .....	109
6.3	Sistemas distribuidos .....	109
7.	Recomendaciones técnicas en una instalación domótica .....	110
7.1	Criterios en la preinstalación .....	111
7.1.1	Cuadro eléctrico .....	111
7.1.2	Circuitos eléctricos .....	112
7.1.3	Canalizaciones .....	112
7.1.4	Cableado .....	113
7.1.5	Recomendaciones en instalaciones tradicionales .....	113
7.2	Instalación de los componentes de un sistema domótico .....	114
7.2.1	La central de gestión .....	114
7.2.2	Los sensores .....	114
7.2.2.1	El termostato .....	114
7.2.2.2	Detector de gas .....	114
7.2.2.3	Detector de incendio .....	115
7.2.2.4	Sonda de humedad/agua .....	115
7.2.2.5	Receptor de radiofrecuencia ( <i>RF</i> ) .....	115
7.2.2.6	Receptor de infrarrojos ( <i>IR</i> ) .....	115
7.2.2.7	Detectores de intrusión .....	115
7.2.3	Actuadores .....	116
7.2.3.1	Electroválvulas de corte de suministro (agua y gas).....	116
7.2.3.2	Relés de maniobra.....	116
7.2.3.3	Transmisor/receptor telefónico .....	116
7.3	Puesta en marcha .....	117
7.4	Mantenimiento .....	117
7.4.1	Sensores .....	118
7.4.2	Actuadores .....	118
7.5	La entrega al usuario y el servicio posventa .....	119
7.5.1	Documentación para el usuario .....	119
8.	Trabajos de normalización .....	120
8.1	Introducción .....	120
8.2	Organismos internacionales .....	121
8.3	Organismos españoles .....	122
8.3.1	Instrucción 51 del <i>REBT</i> .....	123
8.3.2	Especificación <i>EA0026/2006</i> de <i>AENOR</i> para la certificación de instalaciones domóticas .....	123
9.	Elección de sistema domótico .....	124
10.	Sistemas comerciales .....	125
10.1	Sistemas propietarios .....	126
10.1.1	<i>Vivimat</i> .....	126
10.1.2	<i>Vantage</i> .....	128

10.1.3	<i>At-Home</i> .....	131
10.1.4	<i>X-10</i> .....	131
10.1.5	<i>BUSing</i> .....	134
10.1.6	<i>Rako</i> .....	135
10.1.7	<i>Crestron</i> .....	136
10.1.8	<i>Luxmate</i> .....	137
10.2	Sistemas estándar .....	137
10.2.1	KNX .....	138
10.2.1.1	Introducción .....	138
10.2.1.2	Transmisión sobre par trenzado .....	138
10.2.1.3	Superposición de datos/alimentación .....	139
10.2.1.4	Características de la transmisión .....	140
10.2.1.5	Topología .....	140
10.2.1.6	Direccionamiento .....	143
10.2.1.7	Formato de las transmisiones. Método de acceso al medio .....	146
10.2.1.8	Formato de los mensajes .....	147
10.2.1.9	Generalidades sobre los componentes .....	149
10.2.1.10	Descripción de los principales componentes .....	151
10.2.1.11	Descripción del software de programación: <i>ETS</i> .....	155
10.2.1.12	Descripción del software de visualización ...	157
10.2.1.13	Normalización .....	157
10.2.2	LonWorks .....	159
10.2.2.1	Introducción .....	159
10.2.2.2	Descripción de <i>Lonworks</i> .....	160
10.2.2.3	Protocolo <i>LonTalk</i> .....	160
10.2.2.4	Topología del cableado en una red <i>LonWork</i> .....	164
10.2.2.5	Servicios de administración de red .....	164
10.2.2.6	Direccionamiento <i>LonTalk</i> .....	165
10.2.2.7	Formato de las tramas .....	167
10.2.2.8	Funcionamiento de dispositivos de red .....	167
10.2.2.9	El chip neuronal o neurona .....	168
10.2.2.10	Transceptores de <i>LonWorks</i> .....	169
10.2.2.11	Aplicaciones y gestión de red .....	170
10.2.2.12	Procedimiento de puesta a punto e instalación .....	171
10.2.2.13	Normalización .....	171
10.2.3	<i>BACnet</i> .....	172
10.2.3.1	Introducción .....	172
10.2.3.2	Arquitectura .....	172
10.2.3.3	<i>Routers BACnet</i> . .....	174
10.2.3.4	Tecnología orientada a objetos .....	175

10.2.4	<i>DALI</i> .....	178
10.2.4.1	Introducción .....	178
10.2.4.2	Características .....	180
10.2.4.3	Clasificación de unidades .....	182
10.2.4.4	Conectividad y funcionamiento .....	183
10.2.4.5	Estructura de las direcciones .....	183
10.2.5	<i>OPC</i> .....	184
10.2.5.1	Introducción .....	184
10.2.5.2	Arquitectura <i>OPC</i> .....	186
10.2.5.3	Fundamentos <i>OPC</i> .....	187
11.	Referencias .....	193

### **Ejemplos de instalaciones domóticas**

1.	Promoción de vivienda I .....	195
1.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	195
1.2	Selección del sistema domótico .....	196
1.3	Elaboración del proyecto .....	197
1.4	Dirección de obra .....	197
1.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	198
2.	Sala de exposiciones .....	199
2.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	199
2.2	Selección del sistema domótico .....	200
2.3	Elaboración del proyecto .....	201
2.4	Dirección de obra .....	203
2.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	203
3.	Edificio corporativo .....	204
3.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	204
3.2	Selección del sistema domótico .....	205
3.3	Elaboración del proyecto .....	206
3.4	Dirección de obra .....	206
3.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	207
4.	Centro educativo .....	207
4.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	207
4.2	Selección del sistema domótico .....	209
4.3	Elaboración del proyecto .....	210
4.4	Dirección de obra .....	210
4.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	210
5.	Vivienda unifamiliar .....	210
5.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	210
5.2	Selección del sistema domótico .....	212
5.3	Elaboración del proyecto .....	213
5.4	Dirección de obra .....	213

## Domótica e inmótica

---

5.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	213
6.	Complejo deportivo .....	213
6.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	213
6.2	Selección del sistema domótico .....	218
6.3	Elaboración del proyecto .....	218
6.4	Dirección de obra .....	220
6.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	220
7.	Promoción de viviendas II .....	222
7.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	222
7.2	Selección del sistema domótico .....	223
7.3	Elaboración del proyecto.....	224
7.4	Dirección de obra .....	225
7.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	226
8.	Centro de menores .....	226
8.1	Estudio y elaboración de las necesidades del cliente .....	226
8.2	Selección del sistema domótico .....	227
8.3	Elaboración del proyecto .....	228
8.4	Dirección de obra .....	229
8.5	Programación y puesta a punto de la instalación .....	229

## Capítulo 2 - Audiovisuales

1.	Introducción .....	231
2.	Tecnologías de vídeo .....	231
2.1	Digital frente a analógico .....	232
2.2	Entrelazado frente a progresivo .....	232
2.3	Resolución de vídeo .....	233
2.4	Vídeo compuesto .....	233
2.5	S-Vídeo (vídeo separado) .....	234
2.6	Vídeo por componentes: <i>YPbPr</i> , <i>RGB</i> y <i>RGBHV</i> .....	235
2.7	<i>HDMI</i> y <i>DVI</i> .....	236
2.8	Conclusiones .....	237
3.	Tecnologías de audio .....	237
3.1	Señal de audio analógico .....	238
3.2	Señal de audio digital .....	239
3.3	Audio/vídeo comprimido y “streaming” .....	239
4.	Sistemas de control .....	240
4.1	Sistemas de sonos de audio “multi-room” .....	241
4.2	Sistema <i>MAX</i> de <i>AMX</i> .....	242
5.	La integración de audiovisuales en un sistema domótico .....	244



**Capítulo 3 - Sistemas inalámbricos**

1.	Introducción .....	247
1.1	<i>WiFi</i> .....	248
1.2	<i>Bluetooth</i> .....	249
1.3	<i>ZigBee</i> .....	250
1.4	<i>6LoWPAN</i> .....	253
1.5	<i>Z-Wave</i> .....	253
1.6	<i>Insteon</i> .....	253
1.7	<i>EnOcean</i> .....	254
1.8	<i>ONE-NET</i> .....	254
2.	Consideraciones sobre el funcionamiento de sistemas inalámbricos .....	255
2.1	Aspectos radioeléctricos .....	255
2.1.1	Propagación en el espacio libre .....	255
2.1.2	Cambio de medio .....	256
2.1.3	Difracción .....	257
2.1.4	Propagación multitrayecto .....	258
2.1.5	Atenuación por gases atmosféricos .....	258
2.1.6	Interferencias .....	260
2.1.6.1	<i>IEEE 802.11 (WiFi) Vs ZigBee / 6LoWPAN</i> ....	260
2.1.6.2	<i>Bluetooth</i> .....	260
2.1.6.3	Ratón y teclado inalámbricos .....	261
2.1.6.4	<i>RFID</i> .....	261
2.1.6.5	Teléfonos inalámbricos .....	261
2.1.6.6	Hornos microondas .....	262
2.1.6.7	Luces fluorescentes .....	262
2.2	Seguridad .....	263

**Parte III**

**ICT**

**Capítulo 1 - ICT**

1.	Introducción .....	267
1.1	Antecedentes .....	267
1.2	<i>ICT</i> : definición .....	268
1.3	<i>ICT</i> : campo de aplicación .....	268
2.	Legislación .....	270
2.1	Motivación .....	270

## Domótica e inmótica

---

2.2	Disposiciones legales .....	272
2.3	Agentes implicados.....	273
2.3.1	Usuarios.....	273
2.3.2	Ayuntamientos .....	274
2.3.3	Administración (estatal o autonómica).....	274
2.3.4	Proveedores de servicios.....	274
2.3.5	Operadores de redes.....	274
2.3.6	Organismos reguladores (CMT) y normativos (SGC).....	274
2.3.7	Colegios profesionales (ingenieros, arquitectos, etc).....	274
2.3.8	Instaladores de telecomunicaciones.....	274
2.4	Etapas y seguimiento de un proyecto de ICT.....	274
2.4.1	Proyecto técnico.....	275
2.4.2	Verificación del proyecto.....	275
2.4.3	Presentación en el registro electrónico del Ministerio de industria, turismo y comercio.....	276
2.4.4	Solicitud de licencia de obras .....	276
2.4.5	Consulta con los operadores de la zona.....	276
2.4.6	Redacción del acta de replanteo.....	279
2.4.7	Ejecución del proyecto.....	280
2.4.8	Boletín y certificación final de obra.....	281
2.4.9	Anexos.....	281
2.4.10	Manual de usuario .....	281
2.4.11	Obtención de licencia de primera ocupación.....	282
3.	Proyecto técnico .....	283
3.1	Introducción.....	283
3.2	Memoria.....	284
3.2.1	Datos generales.....	285
3.2.2	Elementos que constituyen la infraestructura común de telecomunicaciones.....	285
3.2.2.1	Captación y distribución de radio- difusión sonora y televisión terrenales.....	285
3.2.2.2	Distribución de radiodifusión sonora y televisión por satélite .....	286
3.2.2.3	Acceso y distribución del servicio de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha .....	287
3.2.2.4	Infraestructuras de hogar digital.....	290
3.2.2.5	Canalización e infraestructura de distribución.....	290
3.2.2.6	Varios .....	291
3.2.3	Cálculo de la infraestructura de un edificio .....	292
3.2.3.1	Objetivo .....	292

3.2.3.2	Topología de la <i>ICT</i> .....	292
3.2.3.3	Componentes y dimensionamiento de la canalización.....	296
3.2.3.3.1	Arqueta de entrada .....	296
3.2.3.3.2	Canalización externa.....	297
3.2.3.3.3	Punto de entrada general .....	298
3.2.3.3.4	Canalización de enlace .....	298
3.2.3.3.5	Recintos de instalaciones de telecomunicaciones ( <i>RITx</i> ) .....	302
3.2.3.3.5.1	Recinto inferior ( <i>RITT</i> ).....	303
3.2.3.3.5.2	Recinto superior ( <i>RITS</i> ).....	303
3.2.3.3.5.3	Recinto único ( <i>RITU</i> ) .....	305
3.2.3.3.5.4	Recinto modular ( <i>RITM</i> ) .....	305
3.2.3.3.5.5	Dimensiones.....	306
3.2.3.3.5.6	Generalidades .....	306
3.2.3.3.6	Registros principales.....	309
3.2.3.3.6.1	Registro principal para cables de pares trenzado .....	309
3.2.3.3.6.2	Registro principal para cables de pares .....	309
3.2.3.3.6.3	Registro principal para cables coaxiales de los servicios de <i>TBA</i> .....	310
3.2.3.3.6.4	Registro principal para cables de fibra óptica.....	310
3.2.3.3.7	Canalización principal.....	310
3.2.3.3.7.1	Canalización principal con tubos.....	312
3.2.3.3.7.2	Canalización principal con canales o bandejas .....	313
3.2.3.3.8	Registros secundarios .....	315
3.2.3.3.9	Canalización secundaria.....	319
3.2.3.3.10	Registros de paso.....	321
3.2.3.3.11	Canalización interior de usuario.....	322
3.2.3.3.11.1	Registros de terminación de red ( <i>RTR</i> ).....	322
3.2.3.3.11.2	Registros de toma .....	324
3.2.4	<b>Cálculo de distribución de radiodifusión sonora y TV .....</b>	<b>324</b>
3.2.4.1	<b>Objetivo .....</b>	<b>324</b>
3.2.4.2	<b>Elementos de la <i>ICT</i>.....</b>	<b>325</b>
3.2.4.2.1	Conjunto de elementos de captación de señales	325
3.2.4.2.2	Equipamiento de cabecera .....	326
3.2.4.2.3	Red.....	326
3.2.4.2.3.1	Red de distribución.....	326
3.2.4.2.3.2	Red de dispersión.....	327
3.2.4.2.3.3	Red interior de usuario.....	327
3.2.4.2.3.4	Punto de acceso al usuario ( <i>PAU</i> ).....	327
3.2.4.2.3.5	Toma de usuario (base de acceso terminal, <i>BAT</i> ).....	327
3.2.4.2.4	Elementos mínimos para la distribución de radiodifusión sonora y televisión.....	327

3.2.4.3	Niveles de calidad.....	329
3.2.4.3.1	Procedimiento de cálculo del nivel de señal en las tomas de usuario.....	331
3.2.4.3.2	Procedimiento de cálculo del rizado máximo (respuesta amplitud-frecuencia).....	332
3.2.4.3.3	Procedimiento de cálculo de la relación señal/ruido.....	332
3.2.4.3.4	Procedimiento de cálculo de la intermodulación .....	333
3.2.5	Cálculo de distribución de la telefonía y el acceso a los servicios de banda ancha.....	334
3.2.5.1	Objetivo .....	334
3.2.5.2	Definición de la red .....	334
3.2.5.2.1	Red de alimentación.....	335
3.2.5.2.2	Red de distribución.....	336
3.2.5.2.3	Red de dispersión.....	336
3.2.5.2.4	Red de interior de usuario .....	336
3.2.5.2.5	Punto de interconexión.....	336
3.2.5.2.6	Punto de distribución .....	341
3.2.5.2.7	Punto de acceso al usuario (PAU).....	344
3.2.5.2.8	Red interior de usuario.....	345
3.2.5.2.9	Bases de acceso terminal .....	346
3.2.5.3	Diseño y dimensionamiento mínimo de la red.....	346
3.2.5.3.1	Previsión de la demanda.....	346
3.2.5.3.1.1	Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados .....	347
3.2.5.3.1.2	Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares.....	347
3.2.5.3.1.3	Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales.....	348
3.2.5.3.1.4	Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de fibra óptica .....	349
3.2.5.3.2	Dimensionamiento mínimo de la red de alimentación.....	349
3.2.5.3.3	Dimensionamiento mínimo de la red de distribución .....	349
3.2.5.3.3.1	Redes de cables de pares trenzados.....	349
3.2.5.3.3.2	Redes de cables de pares .....	350
3.2.5.3.3.3	Redes de cables coaxiales .....	351
3.2.5.3.3.4	Redes de cables de fibra óptica.....	352
3.2.5.3.4	Dimensionamiento mínimo de la red de dispersión.....	352
3.2.5.3.4.1	Redes de dispersión de cables de pares trenzados.....	353
3.2.5.3.4.2	Redes de dispersión de cables de pares .....	353
3.2.5.3.4.3	Redes de dispersión de cables coaxiales ...	353
3.2.5.3.4.4	Redes de dispersión de cables de	

fibra óptica.....	353
3.2.5.3.5 Dimensionamiento mínimo de la red de interior de usuario.....	353
3.2.5.3.5.1 Red de pares trenzados.....	354
3.2.5.3.5.2 Red de cables coaxiales.....	354
3.2.5.4 Particularidades de los conjuntos de viviendas unifamiliares .....	354
3.2.5.4.1 Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares trenzados .....	355
3.2.5.4.2 Tecnologías de acceso basadas en redes de cables de pares.....	355
3.2.5.4.3 Tecnologías de acceso basadas en redes de cables coaxiales.....	355
3.2.5.4.4 Tecnologías de acceso basadas en redes de cables fibra óptica.....	355
3.3 Planos y diagramas de bloques .....	356
3.3.1 Diagrama de canalización o infraestructura .....	356
3.3.2 Diagrama de radiodifusión sonora y televisión.....	356
3.3.3 Diagrama de telefonía disponible al público y de banda ancha .....	356
3.4 Pliego de condiciones.....	369
3.4.1 Condiciones particulares.....	370
3.4.2 Condiciones generales .....	372
3.5 Presupuesto y medidas .....	372
4. Anexo V ICT .....	374
4.1 Ejemplo de hogar digital básico .....	389
4.2 Ejemplo de hogar digital medio .....	390
4.3 Ejemplo de hogar digital alto .....	392
4.4 Ejemplo de cálculos necesarios para garantizar los niveles mínimos de calidad en la señal de televisión en un proyecto de <i>ICT</i> .....	394
4.4.1 Cálculos necesarios para garantizar los niveles mínimos de calidad en la señal de televisión en un proyecto de <i>ICT</i> .....	394
4.4.1.1 Descripción de elementos componentes del esquema de distribución de la red de televisión .....	395
4.4.1.2 Cálculo de atenuación hasta toma de usuario .....	397
4.4.1.3 Cálculo de la mejor y peor toma de usuario .....	408
4.4.1.4 Respuesta amplitud-frecuencia. Rizado de la señal .....	409
4.4.1.5 Relación señal/ruido .....	414
4.4.1.6 Intermodulación .....	425
Anexo .....	431

### Parte IV

## Redes industriales

### Capítulo 1 - Redes industriales

1. Introducción .....	439
2. Historia de los buses de campo .....	442
3. Las redes industriales en la actualidad .....	446
4. Transmisión de datos en redes industriales .....	449
4.1 RS-232.....	450
4.2 Transmisión en modo diferencial .....	451
4.3 RS-485.....	452
5. Parámetros de calidad de servicio en redes industriales.....	453
5.1 Velocidad y ancho de banda.....	453
5.2 Retardo y <i>jitter</i> .....	455
5.3 Fiabilidad de la transmisión de datos.....	456
5.4 Seguridad en la red .....	456
5.5 Difusión de datos.....	457
5.6 <i>Bufferes</i> o colas.....	457
5.7 Control de tiempos de envío de mensajes .....	457
5.8 Rendimiento de la red.....	458
6. <i>DeviceNet</i> - CAN .....	459
6.1 Capa física.....	460
6.2 Capa de enlace de datos .....	461
6.3 Capa de red y de transporte.....	462
6.4 Capas de aplicación y de usuario ( <i>CIP</i> ).....	464
6.5 Resumen .....	466
7. <i>Ethernet/IP</i> .....	467
7.1 <i>Ethernet</i> .....	468
7.2 <i>TCP/IP</i> .....	473
7.3 Resumen .....	474
8. <i>PROFIBUS</i> .....	475
8.1 Aspectos generales .....	475
8.2 Niveles <i>OSI</i> .....	476
8.3 Puesta en marcha de una red <i>PROFIBUS</i> .....	481
8.4 Resumen .....	485
9. <i>PROFINet</i> .....	486
9.1 Niveles <i>OSI</i> .....	487
9.2 Perfiles de <i>PROFINet</i> .....	490
9.3 Resumen .....	492

---

10. MODBUS .....	492
10.1 Introducción .....	492
10.2 MODBUS RTU y MODBUS ASCII.....	493
10.3 MODBUS TCP.....	496
10.4 MODBUS+ .....	498
10.5 Resumen .....	501
11. Ejemplos prácticos.....	502
11.1 Control de dos robots industriales.....	503
11.2 Diseño de un sistema automatizado que incluya red anterior y ofimática de monitorización .....	506
Bibliografía .....	509

**Parte V**

**El futuro. Inteligencia ambiental**

**Capítulo 1 - Aml**

1. Introducción .....	515
2. Tecnologías que contribuyen .....	517
3. Detección .....	517
4. Razonamiento .....	519
5. Actuación .....	522
6. Interacción hombre-máquina .....	522
7. Seguridad y privacidad .....	524
8. Proyectos de investigación .....	525
Bibliografía .....	529
<b>Glosario de términos</b> .....	531