

ÍNDICE

ACERCA DEL AUTOR	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 1. TECNOLOGÍAS DE RADIOCOMUNICACIONES	17
1.1 LOS INICIOS DE LA TELEFONÍA MÓVIL	18
1.1.1 Radioaficionados.....	19
1.1.2 La banda ciudadana (CB-27)	21
1.1.3 Redes privadas (PMR)	22
1.1.4 Redes semipúblicas (PAMR).....	23
1.1.5 Redes públicas móviles (PLMN)	23
1.2 LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA VÍA RADIO	25
1.2.1 Sistemas celulares y sin hilos.....	26
1.2.2 Generaciones de móviles.....	27
1.3 RADIOTELEFONÍA MÓVIL	29
1.3.1 Telefonía móvil de uso público.....	29
1.3.2 Aplicación en zonas rurales	31
1.3.3 Sistemas inalámbricos	31
1.4 OTROS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	32
1.4.1 Radiobúsqueda	33
1.4.2 Radiocomunicaciones privadas.....	34
1.5 LA TECNOLOGÍA CELULAR	39
1.5.1 División celular	40
1.5.2 Radiación y tipos de antenas	43
1.5.3 Reutilización de frecuencias	56

1.5.4 Propagación de las señales	59
1.6 COBERTURA Y ENLACE	64
1.6.1 Cobertura del sistema	65
1.6.2 Itinerancia y traspaso.....	66
1.7 ESTRUCTURA DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL	68
1.7.1 Estaciones móviles (MS).....	68
1.7.2 Estaciones base (BTS).....	69
1.7.3 Estaciones de control (BSC)	69
1.7.4 Centros de conmutación (MSC).....	69
1.8 EVOLUCIÓN DE LAS REDES MÓVILES.....	70
1.8.1 Técnicas de acceso múltiple.....	71
1.8.2 Sistemas analógicos.....	73
1.8.3 Sistemas digitales	78
1.8.4 Portabilidad	81
1.9 LOS SATÉLITES DE COMUNICACIONES	82
1.9.1 Servicio de radio por satélite.....	83
1.10 EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	87
1.10.1 Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)	89
1.10.2 Organismos internacionales de telecomunicación	90
1.10.3 Reglamentación internacional de las radiocomunicaciones.....	92
CAPÍTULO 2. SISTEMAS 2G. GSM	95
2.1 GSM. UN SISTEMA DE GRAN ÉXITO	96
2.1.1 El éxito de los sistemas digitales.....	98
2.1.2 Los servicios que ofrece GSM	100
2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE GSM	102
2.2.1 Conversión analógica/digital.....	103
2.2.2 Portadoras y enlaces	105
2.2.3 Planificación celular	108
2.2.4 Multiplexación temporal	112
2.2.5 RF en equipos GSM	115
2.3 EL CONCEPTO DE CANAL	116
2.3.1 Canales físicos.....	117
2.3.2 Canales lógicos.....	117
2.4 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM	123
2.4.1 Subsistema de estaciones base (BSS)	125
2.4.2 Subsistema de red (NSS).....	129
2.4.3 Subsistema de gestión de red (NMS).....	130

2.4.4 Terminales móviles (MS).....	131
2.5 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA	141
2.5.1 Actualización de posición	142
2.5.2 Traspaso (<i>handover</i>).....	143
2.6 INTERFACES DE GSM.....	145
2.6.1 Interfaz radio Um	147
2.6.2 Interfaces Abis y A.....	148
2.6.3 Otras interfaces.....	148
2.7 PROTOCOLOS DE GSM.....	150
2.8 MECANISMOS DE SEGURIDAD.....	151
2.8.1 Proceso de cifrado	153
2.9 LA EVOLUCIÓN DE GSM	154
2.9.1 GSM y transmisión de datos	157
2.9.2 GPRS y EDGE	158
2.10 GPRS. HACIA LA 3G	160
2.10.1 Funcionamiento de GPRS	162
2.10.2 La arquitectura GSM/GPRS.....	166
2.10.3 Los terminales GPRS	169
CAPÍTULO 3. SISTEMAS 3G Y 3.5G. UMTS Y HSPA	173
3.1 UMTS. SISTEMA UNIVERSAL DE COMUNICACIONES MÓVILES	174
3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UMTS.....	179
3.2.1 Fundamentos de WCDMA.....	182
3.2.2 Modos de funcionamiento: FDD y TDD	186
3.2.3 Multiplexación por códigos.....	188
3.2.4 Control de potencia	192
3.2.5 <i>Soft</i> y <i>softer handover</i>	194
3.3 HSPA (<i>HIGH SPEED PACKET ACCESS</i>).....	195
3.3.1 HSDPA (<i>High Speed Downlink Packet Access</i>).....	198
3.3.2 HSUPA (<i>High Speed Uplink Packet Access</i>).....	201
3.3.3 HSPA+ (<i>HSPA Evolved</i>).....	201
3.4 ESTRUCTURA DE CANALES EN UMTS.....	203
3.4.1 Canales lógicos.....	204
3.4.2 Canales de transporte	205
3.4.3 Canales físicos.....	207
3.4.4 Pila de protocolos de UMTS	209
3.5 ARQUITECTURA DE UNA RED UMTS	210
3.5.1 Red de acceso UTRAN	212

3.5.2 Núcleo de red UMTS	215
3.5.3 Terminales UMTS.....	217
3.5.4 IMS (IP <i>Multimedia Subsystem</i>)	218
3.6 CALIDAD DE SERVICIO (QOS).....	225
3.7 REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA	228
3.7.1 Llamada de voz	229
3.7.2 Llamada de datos.....	229
3.7.3 Llamada multimedia (con IMS).....	230
3.7.4 Llamadas simultáneas de voz y datos (multiRAB).....	230
3.8 INTERFACES DE UMTS	230
3.8.1 Interfaz radio UMTS (Uu).....	231
3.8.2 Interfaces UTRAN (Iu-CS, Iu-PS, Iub e Iur)	232
3.8.3 Interfaces Core (Gn, Gi).....	234
3.8.4 Interfaces IMS (Cx, ISC y Sh)	235
3.9 PROTOCOLOS DE UMTS	239
3.9.1 Protocolos UTRAN	240
3.9.2 Protocolos Core	242
3.9.3 Protocolos IMS.....	245
3.10 MECANISMOS DE SEGURIDAD.....	246
CAPÍTULO 4. SISTEMAS 4G. LTE	249
4.1 HACIA LA 4. ^a GENERACIÓN DE MÓVILES	250
4.1.1 Tecnologías candidatas para 4G.....	251
4.2 LA LLEGADA DE LA CUARTA GENERACIÓN (4G – IMT <i>ADVANCED</i>)	255
4.3 LA GENERACIÓN 3.9G (LTE, <i>LONG TERM EVOLUTION</i>)	257
4.3.1 Características técnicas de LTE	261
4.3.2 Fundamentos de OFDMA y SC-FDMA	266
4.3.3 Modos de funcionamiento: FDD y TDD	271
4.3.4 MIMO (Múltiples antenas en Tx y Rx).....	272
4.3.5 Estados de movilidad y transiciones	276
4.3.6 Asignación de frecuencias.....	276
4.4 ESTRUCTURA DE CANALES EN LTE.....	279
4.4.1 Canales físicos.....	280
4.4.2 Canales de transporte	282
4.4.3 Canales lógicos.....	283
4.5 ARQUITECTURA DE UNA RED LTE.....	284
4.5.1 Red de acceso: E-UTRAN (<i>Enhanced UTRAN</i>).....	285
4.5.2 Red core: EPC (<i>Evolved Packet Core</i>).....	288

4.5.3 Interfaces	290
4.5.4 Protocolos.....	295
4.6 CALIDAD DE SERVICIO (QOS).....	296
4.7 SERVICIO DE VOZ EN LTE.....	300
4.8 MECANISMOS DE SEGURIDAD.....	303
4.9 COEXISTENCIA DE LTE CON UMTS Y GSM.....	304
4.9.1 Interoperabilidad con redes GSM/GPRS/UMTS/HSPA.....	305
4.10 MEJORAS DE LTE-ADVANCED	306
4.11 EL PROTOCOLO IPv6	309
4.11.1 La transición a IPv6.....	310
CAPÍTULO 5. APLICACIONES.....	313
5.1 COMPARTICIÓN DE REDES MÓVILES.....	315
5.1.1 Modos de compartir una red móvil	316
5.2 COMUNICACIONES M2M	319
5.2.1 Las tecnologías utilizadas.....	320
5.2.2 Las múltiples aplicaciones M2M	321
5.3 VoIP MÓVIL.....	323
5.3.1 Ahorro de costes.....	324
5.3.2 La situación legal	325
5.4 TELEVISIÓN EN EL MÓVIL	327
5.4.1 La televisión digital en movilidad.....	327
5.4.2 El estándar DVB-H	328
5.5 TECNOLOGÍA DE PROXIMIDAD NFC.....	332
5.5.1 Algunas experiencias	332
5.5.2 La tecnología de contacto NFC.....	334
5.6 USO DEL MÓVIL EN LOS AVIONES	337
5.6.1 Prohibición de usar los teléfonos móviles a bordo.....	338
5.6.2 Tecnología empleada.....	340
5.7 CÓDIGOS 2D EN EL MÓVIL	342
5.7.1 Características generales y aplicaciones	344
5.7.2 Cómo generar un código QR.....	344
5.8 GEOLOCALIZACIÓN Y POSICIONAMIENTO	345
5.8.1 Funcionamiento	346
5.8.2 Algunos servicios	349
5.9 FEMTOCELDAS	352
5.9.1 Convergencia fijo-móvil	353
5.9.2 Tecnología.....	354

5.9.3 Descarga de tráfico (<i>offload</i>).....	356
5.10 ANTENAS INTELIGENTES.....	358
5.10.1 Principios de funcionamiento.....	358
5.10.2 Tipos de antenas inteligentes	362
5.10.3 Protección frente a las interferencias	366
5.10.4 Algunas aplicaciones.....	367
APÉNDICE.....	369
NORMATIVA SOBRE EMISIONES RADIOELÉCTRICAS	369
Radiaciones no ionizantes/ionizantes.....	370
DOCUMENTACIÓN.....	374
REAL DECRETO 1066/2001.....	375
REGLAMENTO.....	379
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	399
BIBLIOGRAFÍA.....	417
ÍNDICE ALFABÉTICO.....	421