

---

# Índice

Acerca de los autores, III  
Agradecimientos, V  
Prólogo, XI

## **Capítulo 1: Sistemas DTH: estructura funcional, regulaciones y mercado**

1. Introducción 3
  2. Estructura funcional de un sistema DTH 3
  3. El operador de la red de distribución por satélite 6
    - 3.1. El centro de transmisión 6
    - 3.2. La flota de satélites 7
    - 3.3. Ejemplos de operadores de satélite 10
      - 3.3.1. SES-ASTRA 10
      - 3.3.2. Eutelsat 10
      - 3.3.3. EchoStar 11
      - 3.3.4. Hispasat 11
      - 3.3.5. PanAmSat 12
      - 3.3.6. New Skies Satellites 13
  4. Proveedor de equipos de recepción 13
  5. Los enlaces de transmisión y recepción 14
  6. Bandas de frecuencia 14
  7. Plan de frecuencia 15
  8. El mercado de los sistemas DTH 19
    - 8.1. El mercado de la Televisión 19
    - 8.2. El mercado multimedia y de banda ancha 21
- Referencias 22

## **Capítulo 2. Arquitectura de un sistema DTH 23**

1. Conectividad del sistema 23
2. Satélites geoestacionarios 26
  - 2.1. Estructura de un satélite geoestacionario 22
  - 2.2. Perturbaciones en la órbita 23
  - 2.3. Eclipse 23
  - 2.4. Repetidor o Transponder 28
  - 2.5. Modos de transmisión 30
    - 2.5.1. Transmisión analógica 30
    - 2.5.2. Transmisión digital 30
  - 2.6. Cobertura 32
  - 2.7. Huella 33
  - 2.8. Figura de mérito de la sección receptora del satélite 37
  - 2.9. Densidad del flujo de potencia en saturación 37
  - 2.10. Espaciamiento entre satélites adyacentes 38
3. El enlace de transmisión 39
  - 3.1. Características generales 39

- 3.2. Influencia de la lluvia 40
- 3.3. Interrupción solar 41
- 4. Instalaciones de recepción 42
  - 4.1. Instalaciones para la recepción individual 42
  - 4.2. Instalaciones para la recepción colectiva 44
- 5. Evolución de los sistemas DTH 46
- Referencias 47

### **Capítulo 3. Fundamentos radioeléctricos del enlace de transmisión 49**

- 1. Ecuación de transmisión 51
- 2. Ruido radioeléctrico 54
  - 2.1. Ruido térmico 54
  - 2.2. Ruido en amplificadores y atenuadores 56
  - 2.3. Cuadripolos ruidosos en cascada 57
  - 2.4. Ruido captado por la antena 58
  - 2.5. Modelo de ruido térmico del sistema de recepción 59
- 3. Análisis del enlace de transmisión en banda Ku 60
  - 3.1. Ecuaciones básicas 60
  - 3.2. Pérdida de espacio libre 62
  - 3.3. Margen de lluvia 64
- 4. Calidad del servicio (QoS) 67
- Referencias 69

### **Capítulo 4. El estándar de transmisión DVB-S 71**

- 1. El proyecto DVB 73
- 2. El procesador MPEG-2 de banda base de DVB-S 75
  - 2.1. Codificador 75
    - 2.1.1. Codificador de video 76
    - 2.1.2. Codificador de audio 77
    - 2.1.3. Codificador de datos auxiliares 77
  - 2.2. Empaquetador 77
  - 2.3. Flujo de Transporte 78
  - 2.4. Información Especifica de Programa (PSI) 78
  - 2.5. Información de servicio de DVB-S (SI) 80
  - 2.6. El acceso condicional 80
- 3. Adaptador DVB-S 82
  - 3.1. Codificación de canal 82
  - 3.2. Filtrado de los pulsos codificados 86
  - 3.3. Modulación digital 88
- 4. Técnicas de acceso al satélite 90
  - 4.1. Acceso a los repetidores 90
  - 4.2. Consideraciones de diseño 92
  - 4.3. Skyplex 94
- 5. El estándar DVB-C para redes de cable 94
- Referencias 96

### **Capítulo 5. Tecnología y diseño de la instalación de recepción individual 97**

- 1. Introducción 99
- 2. La antena parabólica 99

2.1. Tipos de antenas y parámetros principales	99
2.2. Orientación de la antena	102
2.3. Montaje fijo	103
2.4. Montaje polar	105
3. LNB	106
3.1. Estructura básica	106
3.2. LNB universal	107
3.3. Parámetros principales del LNB	108
4. Cable coaxial	108
5. IRD	109
5.1. El receptor	109
5.2. El decodificador	111
5.2.1. SimulCrypt	111
5.2.2. MultiCrypt	112
5.3. Software y hardware del IRD	112
5.4. Tipos de IRD	114
6. DVB-MHP	114
6.1. Perfiles de DVB-MHP	114
6.2. Estado actual de la penetración en el mercado de DVB-MHP	116
7. Diseño del conjunto de recepción individual	118
Referencias	122

## **Capítulo 6. Instalaciones para la recepción colectiva** 123

1. Tipos de sistemas SMATV	125
2. Televisión terrestre	127
2.1. Bandas de frecuencia para TV y FM	127
2.2. Antenas para la TV terrestre	127
2.3. Cálculo de la relación C/N: caso analógico	129
2.4. Cálculo de la relación C/N: caso digital	130
2.5. Amplificadores utilizados en la cabecera para la TV terrestre	131
2.5.1. Amplificadores monocanal	131
2.5.2. Amplificadores multibanda	134
3. Distribución canalizada digital: procesadores DTM	134
4. Distribución en FI	136
5. Red de distribución	138
5.1. Red de distribución utilizando un solo cable coaxial	138
5.2. Especificaciones técnicas	140
5.3. Red de distribución utilizando cuatro cables coaxiales	147
Referencias	148

## **Capítulo 7. Internet por satélite soportado en DVB** 149

1. Introducción	151
2. Sistemas DTH con retorno terrestre para el acceso a Internet	152
3. Estudio de caso: el sistema BBI de SES-ASTRA	155
3.1. Hub	157
3.2. Terminal interactivo de usuario: SIT	158
4. El estándar DVB-RCS (Return Channel by Satellite)	159
4.1. MF-TDMA	160
4.2. QoS de DVB-RCS	162

- 4.3. Codificación de canal, filtrado y modulación digital 162
- 4.4. Ventajas del sistema BBI frente a otras tecnologías de acceso 163
- 5. Redes interactivas con satélites que utilizan OBP 163
  - 5.1. Introducción 164
  - 5.2. Proyecto AmerHis 166
- Referencias 169

## **Capítulo 8. Tecnologías emergentes y nuevos estándares de transmisión 171**

- 1 Direcciones fundamentales 173
- 2. Terminales interactivos de usuario: Satmode 173
  - 2.1. Arquitectura del sistema 173
  - 2.2. Estructura del terminal interactivo 177
  - 2.3. El acceso al medio: S-ALOHA 178
  - 2.4. El diseño del terminal interactivo 180
- 3. El estándar DVB-S de 2da. Generación 182
  - 3.1. Codificación de canal 183
  - 3.2. Modulación digital 184
  - 3.3. Desempeño 185
  - 3.4. Modos de operación 186
  - 3.5. El modo compatible de DVB-S2 190
- 4. Transmisiones HDTV por las plataformas DTH 191
  - 4.1. Introducción 191
  - 4.2. El receptor de HDTV 192
  - 4.3. La oferta de contenidos HDTV por satélite 194
  - 4.4. El cine digital 196
- Referencias 197

**Anexo I.** El decibelio y otras unidades logarítmicas relacionadas 199

**Anexo II.** Cálculo de la atenuación por lluvia 201

**Anexo III.** Ángulos de acimut y elevación 207

**Anexo IV.** Ángulo de polarización 211

**Anexo V.** Montaje polar modificado 215

**Anexo VI.** Dimensionamiento de una red de terminales interactivos 217

**Problemas Propuestos** 221

**Acrónimos** 233