

**DISEÑO, SIMULACION Y CONSTRUCCION DE UNA ANTENA PARA LA
PROPAGACION DE SEÑALES A UNA FRECUENCIA DE 2.4 GHZ**

RIVERA MONTALVO CHADIBETH ROCIO
GOMEZ BEJARANO YENNI ANDREA

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN INFORMATICA
REGIONAL SOACHA
2009

**DISEÑO, SIMULACION Y CONSTRUCCION DE UNA ANTENA PARA LA
PROPAGACION DE SEÑALES A UNA FRECUENCIA DE 2.4 GHZ**

RIVERA MONTALVO CHADIBETH ROCIO
GOMEZ BEJARANO YENNI ANDREA

TESIS DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TITULO DE:
TECNOLOGAS EN INFORMATICA

JOEL CARROLL
ASESOR METODOLÓGICO
IGNACIO MONRROY
ASESOR TEMÁTICO

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN INFORMATICA
REGIONAL SOACHA
2009

NOTA DE ACEPTACION

PRESIDENTE DE JURADO

JURADO

JURADO

Ciudad fecha (día-mes-año)

DEDICATORIA

Este proyecto de grado es dedicado conjuntamente a nuestros padres que con desempeño y dedicación aportaron de una u otra forma en la realización del proyecto.

Cabe resaltar también al tutor encargado y aquellas personas que con sin interés ninguno aportaron un grano de arena para la culminación exitosa de este importante proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Van dedicados a todas las personas que aportaron en beneficio de este proyecto:

Joel Carroll

Asesor metodológico:

Ignacio Monrroy

Asesor temático

Mauricio Bermúdez

Coordinador de la tecnología

Santiago Alberto Vélez

Director del centro regional

Un agradecimiento personal al ingeniero Joel Carroll que con su desempeño y dedicación hizo posible la culminación total de este proyecto. A él nuestros sinceros agradecimientos.

Yenni Andrea Gómez B.

Chadibeth Rocío Rivera M.

INTRODUCCION

En este documento se desea generar un interés en los sistemas implementados en las redes de comunicaciones, un ejemplo son las antenas inalámbricas; debido a la utilidad que estas generan ya que las antenas son equipos utilizados en diferentes ramas de la tecnología para recibir ondas de señales. En este proyecto se utilizarán las antenas directivas que permiten captar las señales con suficiente intensidad.

La tecnología avanza diariamente y surge la necesidad de crear soluciones para satisfacer la necesidad del usuario de manera segura y eficaz, por tal motivo el objetivo del trabajo propone, diseñar, simular y construir una antena para la propagación de señales a una frecuencia de 2.4Ghz.(Wi-Fi-802.11/n/g).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar, simular y construir una antena que permita emitir y recibir señales de información inalámbricas a una frecuencia de 2.4GhZ (Wi-Fi, protocolo 802.11g/b).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar una investigación general acerca de las antenas.
- Recopilar información acerca de los estudios y avances de las antenas en Colombia.
- Extraer material bibliográfico que permita conocer la metodología diseño y construcción que se debe conocer para la implementación de las antenas.
- Construir bocetos preliminares de antenas directivas, definiendo así el diseño final.
- Realizar simulaciones de los bocetos preliminares.
- Construir el diseño final con el que se presentara el proyecto de grado
- Realizar las pruebas respectivas de funcionamiento y efectividad que este deber tener.
- Instalar el diseño de antena poniendo en servicio el diseño de la antena para los usuarios finales.

- Realizar la respectiva revisión de errores a las que el diseño no se ajustaron.
- Realizar un manual de usuario que permita conocer y manejar la funcionalidad del proyecto al momento de colocarlo en práctica.

Construir un documento final donde muestra el proceso de diseño construcción y elaboración del diseño final de antena

JUSTIFICACION

Este trabajo es importante y se justifica por la razón de encontrarse actualizado con la tecnología. La investigación, diseño e implementación son necesarios para la optimización de las antenas comerciales que existen en la actualidad.

Basándose a lo anterior el desarrollo de la tecnología avanza día a día y es por ello que surge la necesidad de crear nuevas ideas de comunicación y sistematización, para la emisión y recepción de datos. Con la importancia que se le dan a estas implementaciones crece el número de redes que se utilizan para el envío y recepción de información que son aplicadas en los diferentes campos de la tecnología.

Anexo a lo anterior es importante conocer que Colombia no cuenta con empresas que se dediquen al diseño y comercialización de antenas y en vista que el avance de la tecnología crece a diario al igual que las comunicaciones por diferentes medios tales como: correo, fax, teléfono, Internet, satélite, transacciones electrónicas, etc., es necesario diseñar e implementar una antena que permita satisfacer las necesidades de un usuario final, propagando señales a una frecuencia de 2.4 GHz

CONTENIDO

INTRODUCCION

OBJETIVOS

JUSTIFICACION

1. NOMBRE DEL PROYECTO	25
1.1 ORIGEN DEL PROYECTO	26
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	27, 28
1.3 ESTADO DEL ARTE	29, 30
1.4 ANTECEDENTES	31
1.4.1 AVANCES RECIENTES	31
1.4.2. ANTENAS	31
1.4.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS ANTENAS	31
1.4.4 RADIODIFUSIÓN	32
1.4.5 TELEVISIÓN	33
1.4.6 WLAN	34, 35,36
1.5. METODOLOGIA	37
1.5.1 Etapa 1	37
1.5.2 Etapa 2	37
1.5.3 Etapa 3	37

1.5.4 Etapa 4	37
1.5.5 Etapa 5	38
1.5.6 Etapa 6	38
1.5.7 Etapa 7	38
1.5.8 Etapa 8	38
1.5.9 Etapa 9	38
1.6. ANTENA COMERCIAL Vs ANTENA PROPUESTA	39
2 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	40,41,42
2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	43
2.2 PRESUPUESTO	44
CAPITULO I	45
3 ANTENAS	45
3.1 ¿QUE ES UNA ANTENA?	45
3.2. TIPOS DE ANTENAS	45
3.2.1 Antena Colectiva	45
3.2.2 Antena de Cuadro	45
3.2.3 Antena de Reflector o Parabólica:	46
3.2.4 Antena Lineal	46
3.2.5 Antena Multibanda	46
3.2.6 Antenas directivas	46
3.2.7 Antenas Dipolo de Media Onda	47

3.2.8 Antena de Hertz	47, 48
3.2.9 Antena Yagi	48,49,50
3.2.10 La Antena Vertical de 1/4 de Onda:	51, 52
3.2.11 Antena córner:	52
3.2.12 Antenas para Espacios Reducidos	53
3.2.13. Antenas Cortas con Inductancias	53
3.2.14. Antenas Cortas con Cargas Lineales	54
3.2.15. Antenas Cortas con Carga Capacitiva	54
3.2.16. Antenas Dipolos Multibanda	55
3.2.17. Antenas para VHF y UHF	55
3.2.18 Antenas Verticales para V-UHF	55, 56
3.2.19 Antenas Direccionales para V-UHF	56
3.2.20 Antenas Omnidireccionales	56
3.2.21 Antenas Direccionales	57
3.3 CARACTERISITCAS DE LAS ANTENAS	58
3.3.1 ANCHO DE BANDA DE LAS ANTENAS	58
3.3.2 POTENCIA	58, 59
3.3.3 PATRON DE RADIACION	59, 60
3.3.4 PERDIDA DE PROPAGACION	60, 61, 62
3.4 PÉRDIDAS Y GANANCIA DE LA ANTENA	62, 63, 64

3.4.1.1 Gs	64
3.4.1.2 Pca	64
3.4.1.3 Pna	64
3.4.1.4 Gaa	65
3.4.1.5 $S = G_s - P_{ca} - P_{na} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{nb} - P_{cb}$	65
3.4.2 ANCHURA DE HAZ (BEAM WIDTH)	65, 66
3.4.3 POLARIZACION DE LA ANTENA	67
3.4.3.1 Polarización lineal	67
3.4.3.2 Polarización circular	67
3.4.3.3 Polarización Vertical	67
3.4.3.4 Polarización Horizontal	67
3.4.3.5 Polarización elíptica	67, 68, 69
3.4.4 RESISTENCIA DE RADIACION	69
3.4.5 SISTEMAS DE DIVERSIDAD	69, 70
3.4.6 INTERFERENCIAS Y RUIDO	70, 71
3.4.6.1 Distorsión por intermodulación	71
3.4.6.2 Interferencia inter-símbolo (ISI):	71
3.4.7 LA RELACION SEÑAL RUIDO	71, 72
3.5 WLAN	72,73,74
3.5.1 Operativa básica en una Wlan	74
3.5.2 Conexión a una celda	74

3.5.2.1 Active Scanning	74
3.5.2.2 Passive Scanning	74, 75
3.5.2.3 Itinerancia o Roaming:	75, 76
3.5.3 Proceso de autenticación y asociación:	76
3.5.3.1 Asignación del espectro Radioeléctrico:	76, 77, 78
3.6 CLASIFICACION DE REDES INHALAMBRICAS	79
3.6.1 Redes Punto a Punto	79
3.6.2 Topologías	79
3.6.3 Topología de Anillo	79, 80
3.6.4 Topología en Estrella	80, 81
3.6.5 Configuración mixta en estrella/bus	82
3.6.6 Topología de Árbol	82
3.6.7 Topología en Malla	82
3.6.7.1 Ventajas de topología en malla	83
3.6.8 Redes Multipunto	83
3.6.9 Topología de Bus	83
3.6.10 Redes de área local (LAN)	83, 84
3.6.11 Redes de área metropolitana (MAN)	84
3.6.12 Redes de área amplia (WAN)	84
3.6.13 Redes Inalámbricas	84, 85

3.6.13.1 factores en la propagación inalámbrica	85
3.6.13.2 Redes inalámbricas personales	85, 86
3.7 EVOLUCION HISTORICA DE LAS WLAN	86 – 90
3.7.1 EXTENSIONES DE ESTANDARES INALAMBRICAS	91, 92
3.7.2 AMBITO DE APLICACIONES DE LAS TECNOLOGIAS WLAN	92
3.7.2.1 Escenario Residencial	92
3.7.2.2 Redes Corporativas	92
3.7.2.3 Acceso público a Internet desde cafeterías, tiendas	92
3.7.2.4 Acceso público de banda ancha en entornos rurales	93
3.7.2.5 WLAN para cobertura de "Hot Spots"	93
3.7.2.6 Acceso a Internet desde medios públicos de transporte	93,94
3.8 VENTAJAS SOBRE LAS LAN CABLEADAS	94, 95
3.8.1 INCONVENIENTES	95
3.8.2 CAPAS DEL IEEE 802.11	95
3.8.2.1 Capa Física (capa 1)	95, 96
3.8.2.2 Capa de Enlace de Datos (capa 2)	96, 97
3.8.2.3 Capa de Red (capa 3)	97
3.8.2.4 Capa de Transporte (capa 4)	97, 98
3.8.2.5 Capa de Sesión (capa5)	98, 99
3.8.2.6 Capa de Presentación (capa6)	99
3.8.2.7 Capa de Aplicación (capa 7)	100

3.9 COBERTURA WLAN INDOOR	101
3.9.1 Propagación de ondas radioeléctricas indoor:	101, 102
CAPITULO II	103
4. CONCEPTOS BASICOS DE REDES Y TCP/IP	103
4.1 QUE ES UNA RED	103, 104
4.2 VENTAJAS DE LAS REDES	104, 105
4.3 ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR	105, 106, 107
4.4 ELEMENTOS DE CONEXIÓN	107
4.4.1 Par de hilos sin trenzar	107
4.4.2 Par trenzado	107 – 110
4.4.3 Cable coaxial	110
4.4.4 Cable coaxial grueso (10BASE5)	110
4.4.5 Cable coaxial delgado (10BASE2)	110
4.4.6 Fibra óptica	110, 111
4.5 TECNICAS DE TRANSMISION	111
4.5.1 Banda base	111
4.5.2 Banda ancha	111
4.7 NORMAS ESTÁNDAR	112
4.7.1 MODELO OSI:	112, 113
4.7.1.1 Nivel físico	113

4.7.1.2 Nivel de enlace de datos	114
4.7.1.3 Nivel de red	114
4.7.1.4 Nivel de transporte	114
4.7.1.5 Nivel de sesión	114
4.7.1.6 Nivel de Presentación	115
4.7.1.8 Nivel de aplicación	115
4.7.1.9 Proceso de la comunicación	115, 116
4.7.2 Norma IEEE 802	116
4.8 TRANSMISION DE LOS DATOS	117-119
4.8.1 Modulación de amplitud (ASK)	119
4.8.2 Modulación de frecuencia (FSK)	119
4.8.3 Modulación de fase (PSK)	119
4.8.4 Sincronismo de bit	120
4.8.4.1 Asíncrona	120
4.8.4.2 Síncrona	120
4.8.5 Sincronismo de carácter	120 - 122
4.8.6 Interfaz	122
4.8.7 Repetidores (Repeaters)	122
4.8.8 Multiplexores	122
4.8.9 Concentradores (HUBS)	123
4.8.9.1 Conmutadores (Switces):	123, 124

4.8.9.2	Procesadores de Comunicaciones	124
4.8.9.3	Multiplicadores de Interfaz	124
4.8.9.4	Acopladores Acústicos	124, 125
4.9	CONTROL DE LA COMUNICACIÓN	125
4.9.1	Establecimiento de la comunicación	125
4.9.2	Transferencia de la información.	125
4.9.3	Terminación	125- 127
4.10	CONTROL DE ERRORES	127
4.10.1	Método de paridad	127, 128
4.10.2	Método de redundancia cíclica	129
4.11	RETRANSMISION DE BLOQUES ERRONEOS	129
4.11.1	Parada y Espera	129, 130
4.11.2	Envió Continuo	130
4.12	RECUPERACIÓN ANTE FALLOS	130, 131
4.13	ARQUITECTURA ETHERNET	131, 132
4.14	FAST ETHERNET	132, 133
4.15	GIGÁ ETHERNET	133
4.16	REDES INALÁMBRICAS	133-135
4.16.1	Estándares de las redes inalámbricas	136
4.16.1.1	IEEE 802.11	136
4.16.1.2	HiperLAN	136, 137

4.16.1.3 Bluetooth	137
4.16.1.4 HorneRF	137
4.17 SISTEMAS POR INFRARROJOS	137-140
4.18 SISTEMAS DE RADIOFRECUENCIA	141
4.18.1.1 Sistemas de banda estrecha o de frecuencia dedicada	141
4.18.1.2 Sistemas basados en espectro disperso o extendido	141,142
4.19 COMUNICACIÓN CON EL EXTERIOR	142
4.19.1 Tarjeta RDSI	143
4.19.2 Módem	143, 144
4.19.3 Puente (Bridge)	145
4.19.4 Encaminador (Router)	146, 147
4.19.5 Pasarela (Gateway)	147, 148
4.20 SISTEMAS DE COMUNICACIONES	148
4.20.1 Red telefónica básica	148
4.20.2 Redes de conmutación de paquetes	149
4.20.3 Circuitos punto a punto	149, 150
4.20.4 Red Digital de Servicios Integrados	150, 151
4.20.5 Acceso básico	151
4.20.6 Acceso primario	151
4.20.7 Acceso Híbrido	151

CAPITULO III	152
5. LOS CONDUCTORES Y CABLES DE LA ANTENA	152
5.1 TIPOS DE CONECTORES	153
5.2 EL NACIMIENTO DE WI-FI	153, 154
5.2.1 Compatibilidad entre Wi-Fi y Ethernet:	154
5.3 QUE ES UN PROTOCOLO	154-156
5.4 COMO FUNCIONA WI-FI	156, 157
5.5 ESPECTRO EXPANDIDO	158, 159
5.5.1 Hedí Lamar y George antheil	159, 160
5.5.2 FHSS	160-162
5.5.3 DSSS	163
5.5.4 OFDM	163, 164
5.6 MODULACION DE LA SEÑAL	165
5.7 MAC EL CONTROL DE ACCESO AL MEDIO	165, 166
5.7.1 Evitar las colisiones	166
5.7.1.1 PCF	166
5.7.1.2 DCF	166-168
5.8 Los Servicios	168
5.8.1 Autenticación	168, 169
5.8.2 Des autenticación	169
5.8.3Privacidad	169

5.8.4 Entrega de Datos	169
5.8.5 Asociación	169
5.8.6 Des asociación	169
5.8.7 Reasociacion	170
5.8.8 Distribución	170
5.8.9 Integración	170,171
5.8.10 La Gestión	171
5.8.11 El flujo de Datos	171, 172
5.9 LA ESTRUCTURA DE RED	172
5.9.1 IBSS	172
5.9.2 BSS	172, 173
5.9.3 ESS	173
5.9.4 HIPERLAN FRENTE A 802.11 ^a	173-175
CAPITULO IV	176
6. ZONAS DE FRESNEL	176
6.1 MODELOS DE DIFRACCION DE OBJETOS PUNTIAGUDOS	177, 178
6.2 DISPERSION	178, 179
6.2.1 Ecuación de Friss	179
6.3 PENETRACION	179, 180
6.4. BALANIS	180

6.4.1EL REFLECTOR ANTENAS	180, 181
6.4.2 EL REFLECTOR PLANO	181, 182
6.4.3 ACORRALE EL REFLECTOR	182 – 186
6.4.4 4 NEC2	186 – 199
6.4.4.1 DISEÑO DE ANTENA CORNER	187
6.4.4.2 DISEÑO DE LA ANTENA YAGI	192
6.4.4.3 DISEÑO DE LA ANTENA CORNER Y YAGI	195
GLOSARIO	
CONCLUSIONES	
SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	

LISTAS ESPECIALES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Antena grilla de 15 dB a 2.4 GHz	39
Figura 2. Antena propuesta debe ser mayor a 15dB	39
Figura 3. Longitud del dipolo	47
Figura 4. Curva de Impedancia de una dipolo	48
Figura 5. Patrón de radiación para un dipolo	48
Figura 6. Elementos de la Antena Yagi	49
Figura 7. Parámetros de diseño de una antena Yagi	50
Figura 8. Elementos de una antena yagi	51
Figura 9. Simulación de Antena Córner	53
Figura 10. Radiación de un antena omnidireccional	56
Figura 11. Radiación de antenas direccionales	57
Figura 12. Patrón de radiación de una antena yagi	59
Figura 13. Patrones de radiación	60
Figura 14. Factores que interviene en el enlace	64
Figura 15. Anchura de haz	66
Figura 16. Interferencia y ruido	71
Figura 17. Redes inalámbricas	73
Figura 18. Equipos de rede inalámbrica	73
Figura 19. Cobertura completa de triangulación	76
Figura 20. Asignación de la CEPT para la banda de 5 GHz	77
Figura 21. Conclusiones de la CMR-2003 en la banda de 5 GHz	78
Figura 22. Figura 21 configuraciones en estrella simple	80

Figura 23. Configuración en estrella compuesta	81
Figura 24. Configuración mixta estrella/ bus	81
Figura 25. Configuración en malla	82
Figura 26. Factores que afectan a la cobertura	85
Figura 27. Evolucion historica de las WLAN	87
Figura 28. Radio frecuencia	89
Figura29.Potencia recibida en función de la distancia transmisor–receptor	101
Figura 30. Representación esquemática de una red local	107
Figura 31. Señal analógica	118
Figura 32. Señal digital	118
Figura 33. Multiplexores o concentradores	122
Figura 34. Concentrador	123
Figura 35. conmutadores (SWITCHES)	124
Figura36.Protocolo de acceso múltiple con detección de colisión (CSMA/CD)	127
Figura 37. F Datos modelo de referencia OSI	135
Figura 38. Red punto a punto	138
Figura 39. Modo difuso	139
Figura 40 Representación esquemática de una estación unida a La red con un módem a través de la red telefónica conmutada (RTC).	143
Figura 41. Representación esquemática de dos redes unidas por un puente	145
Figura 42. Representación esquemática de una red unida a un miniordenador o a un mainframe	147
Figura 43 Sistema FHSS	160
Figura 44. Principios del sistema DSSS	162
Figura 45.Círculos concéntricos que definen los límites de las Zonas de Fresnel	176
Figura 46. Zonas de Fresnel representadas como elipses	177
Figura 47 Difracción de objetos puntiagudos	178
Figura 48. Dispersión de señal	178

Figura 49. Parámetros de construcción de la antena córner reflector	182
Figura 50 .medidas y ángulos para construir la antena córner	183
Figura 51. Diferencia de ángulos para construcción de la antena	185
Figura 52 Ángulos y deflectores de antena córner	186
Figura 53. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena córner	187
Figura 54. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena córner en vista de plano XZ	187
Figura. 55 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena córner en vista de plano YZ	188
Figura 56. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena córner en vista de plano XY	188
Figura 57. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se genera la compilación de la antena	189
Fig 58. Ventana con el resultado de la impedancia de entrada	189
Figura 59. Compilación de 4nec	190
Figura 60. Patrón de Radiación calculado en 4nec	190
Figura 61 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena	191
Figura 62 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena en dimensión 3D	191
Figura 63 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseño la antena yagi	192
Figura 64. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena córner en vista de plano XZ	192
Figura 65. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se dibujó la antena córner en vista de plano YZ	193

Figura 66. Ventana con el resultado de la impedancia de entrada	193
Figura. 67. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena	194
Figura 68 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena YAGI en dimensión 3D	194
Figura69. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseño la unión de las dos antenas (Córner, yagi)	195
Figura 70. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (córner, yagi) en vista de plano XZ	195
Figura 71. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (córner, yagi) en vista de plano YZ	196
Figura 72. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (córner, yagi) en vista de plano XY	196
Figura. 73 compilaciones de 4nec	197
Figura 74. Ventana con el resultado de la impedancia de entrada	197
Figura 75. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena	198
Figura 76. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena YAGI en dimensión 3D	198

LISTAS ESPECIALES

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividades	43
Tabla 2. Presupuesto	44
Tabla 3. Relación de frecuencia y canales	62
Tabla 4. Valores típicos en el cálculo del enlace	63
Tabla 5. Comparativa asignación del espectro WLAN en la banda 5 GHz	78
Tabla 6. Extensiones de estándares Inalámbricas	91 ,92
Tabla 7. Capacidades de transmisión	108
Tabla 8. Estándar 568	109
Tabla 9 Estándar 568B	109-110
Tabla 10. Modelo OSI	113
Tabla 11. Proceso de comunicación	115
Tabla 12. Normas ITU-T	121
Tabla 13. Relación de los protocolos de red local	157
Tabla 14. Capas físicas y de enlace del estándar IEEE 802.11	159
Tabla 15. Secuencias de salto de frecuencias de IEEE 802.11 en distintas áreas geográficas	161-162
Tabla 16. Técnicas de modulación utilizadas por IEEE 802.11	164
Tabla 17. Servicios de la capa MAC	170-171
Tabla 18. Interfaces de la capa MAC y física	171
Tabla 19. Comparación de las tecnologías inalámbricas principales	179
Tabla 20. Penetración a través de diferentes tipos de materiales	180

2. NOMBRE DEL PROYECTO

DISEÑO, SIMULACION Y CONSTRUCCION DE UNA ANTENA PARA LA
PROPAGACION DE SEÑALES A UNA FRECUENCIA DE 2.4 GHZ

3.1 ORIGEN DEL PROYECTO

Este proyecto surge de la necesidad de crear e implementar nuevas técnicas de desarrollo en la tecnología a nivel de redes, desarrollando un diseño de una antena para la propagación de señales a una frecuencia de 2.4 GHZ.

Con el proyecto se pretende satisfacer las necesidades de un usuario final. Creando así un enfoque a las redes de comunicación y conocimiento fundamentales para el desarrollo de las mismas. Siendo este un proyecto de bajo costo y muy útil para la sociedad.

3.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Dado el avance de la tecnología especialmente en el campo de las telecomunicaciones, es de gran importancia saber cómo se maneja el diseño y la implementación de las antenas en nuestro país, siendo éstas un recurso de gran importancia como medio de comunicación en la vida diaria.

Hoy en día es necesario implementar nuevos mecanismos de investigación y diseño en las antenas, permitiendo así un mejor aprovechamiento de los beneficios y recursos tecnológicos con que cuentan actualmente, ya que en Colombia no se han realizado investigaciones a plenitud sobre las mismas, generando así el interés para explorar nuevos diseños y simulaciones que se permitan implementar de forma exitosa.

Actualmente en nuestro país existen varias empresas de telecomunicaciones que ofrecen sus servicios utilizando las antenas como su principal recurso de utilidad, pero generalmente son enfocadas a servicios de seguridad, instalaciones eléctricas especiales, sensores, redes de corriente regulada, telefonía celular y otros.

De acuerdo a las investigaciones previas que se han realizado sobre las empresas de telecomunicaciones, Colombia no cuenta con una compañía que se enfoque en la investigación, diseño y comercialización de antenas para la propagación de señales en lugares donde no es accesible la emisión y recepción de información y datos. Generalmente las antenas que se comercializan en nuestro país son diseñadas y traídas de otros países, debido a esto, no hay mayor interés en la investigación e innovación de diseños propios de Colombia.

Debido a esto surge la necesidad de diseñar, simular y construir una antena para la propagación de señales a una frecuencia de 2.4 GHZ, siendo este un diseño que cumple todos los parámetros establecidos para el diseño y construcción del mismo y que cumpla con todos los requerimientos necesarios para la emisión y recepción de datos de forma segura y eficaz.

3.3 ESTADO DEL ARTE

El mundo ha continuado con su marcha ascendente, trayendo consigo nuevos adelantos en materia de ciencia y tecnología, los cuales han hecho posible que el ser humano tienda cada día más, a buscar un acercamiento con otras culturas, otras economías y otros sistemas políticos y sociales. A continuación se dará a conocer un resumen de los avances que ha tenido las antenas.

La teoría de las antenas surge a partir de los desarrollos matemáticos de James C. Maxwell, en 1854, corroborados por los experimentos de Huiriche R. Hertz, en 1887, y los primeros sistemas de radiocomunicaciones de Guglielmo Marconi en 1897.

La primera comunicación transoceánica tuvo lugar en 1901, desde Cornualles a Terranova. En 1907 ya existían servicios comerciales de comunicaciones.

Desde la invención de Marconi, hasta los años 40, la tecnología de las antenas se centró en elementos radiantes de hilo, a frecuencias hasta UHF. Inicialmente se utilizaban frecuencias de transmisión entre 50 y 100 kHz, por lo que las antenas eran pequeñas comparadas con la longitud de onda. Tras el descubrimiento del tríodo por De Forest, se pudo empezar a trabajar a frecuencias entre 100 kHz y algunos MHz, con tamaños de antenas comparables a la longitud de onda.

A partir de la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron nuevos elementos radiantes (como guía ondas, bocinas, reflectores, etc.). Una contribución muy importante fue el desarrollo de los generadores de microondas (como el magnetrón y el klystron) a frecuencias superiores a 1 GHz

Los métodos numéricos se desarrollaron a partir de 1960 y permitieron el análisis de estructuras inabordables por métodos analíticos. Se desarrollaron métodos asintóticos de baja frecuencia (método de los momentos, diferencias finitas) y de alta frecuencia (teoría geométrica de la difracción GTD, teoría física de la difracción PTD).

En el pasado las antenas eran una parte secundaria en el diseño de un sistema, en la actualidad juegan un papel crítico. Así mismo en la primera mitad del siglo XX se utilizaban métodos de prueba y error, mientras que en la actualidad se consigue pasar del diseño teórico al prototipo final sin necesidad de pruebas intermedias.

No obstante en el siglo XXI, las antenas se han difundido gracias a la necesidad de modernizar la tecnología celular, y los operadores móviles están instalando antenas en la ciudad y en todo el país al menor costo posible sin tomar en cuenta aspectos como el diseño, el urbanismo e, incluso, haciendo a un lado las normas técnicas para la correcta adecuación de estas infraestructuras.

1.4. ANTECEDENTES

Los sistemas de información y las redes de comunicaciones se han convertido actualmente en puntos claves para las implementaciones de la tecnología, siendo así recursos de gran importancia frente a la posibilidad de dar solución a diferentes problemáticas que se ven diariamente en el mercado laboral como son la comercialización de antenas al menor costo posible y sin tomar en cuenta aspectos como el diseño, haciendo a un lado las normas técnicas para la correcta adecuación de estas infraestructuras. Debido a esto se han realizado investigaciones previas sobre los proyectos que se han relacionado con las antenas en todos sus tipos, a continuación se darán a conocer algunos de estos:

1.4.1 AVANCES RECIENTES

Se describen a continuación los avances más importantes que se han producido en radiocomunicaciones, con especial énfasis en el desarrollo de los sistemas de comunicación.

1.4.2. ANTENAS

1.4.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS ANTENAS

La definición formal de una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda guiada por la línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre.

En realidad una antena es un trozo de material conductor al cual se le aplica una señal y ésta es radiada por el espacio libre.

Las antenas deben dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección. Es decir, deben acentuar un solo aspecto de dirección y anular o mermar los demás.

Las antenas también deben dotar a la onda radiada de una polarización. La polarización de una onda es la figura geométrica descrita, al transcurrir el tiempo, por el extremo del vector del campo eléctrico en un punto fijo del espacio en el plano perpendicular a la dirección de propagación.

El avance más importante de la década de los treinta fue la invención de la ranura resonante. En 1939 A.D. Blumlein patentó un cilindro ranurado excitado por una espira, o bien mediante la conexión directa de una línea bifilar a los extremos de la ranura. La polarización era perpendicular a la dimensión mayor de la ranura. Se propuso una agrupación lineal de ranuras. También se descubrieron los efectos de la carga inductiva en serie y capacitiva paralelo.

Los avances en los generadores de señal permitieron la utilización de los reflectores propuestos el siglo anterior. Marconi construyó un enlace de 25 Km, a la frecuencia de 600 MHz entre el Vaticano y Castelgandolfo con antenas parabólicas con alimentadores coaxiales.

Desde el punto de vista teórico destaca el análisis de las antenas cilíndricas realizado por King en 1937 y Hallen en 1938. La formulación integral propuesta se sigue utilizando en la actualidad.

1.4.4 RADIODIFUSIÓN

La radiodifusión se inicia con las emisiones regulares en Pitsburg, de la estación KDKA en 1920. En Europa la BBC emitió su primer programa no experimental en noviembre de 1922. En España, la primera emisora fue Radio Barcelona,

inaugurada en el 24 de Octubre de 1924. En 1925 ya existían unos 600 emisores de ondas medias.

Las primeras antenas de radiodifusión eran muy similares a las utilizadas para las comunicaciones punto a punto, pero pronto evolucionaron hacia el radiador de media onda, que ofrecía la ventaja de la cobertura omnidireccional.

Los receptores superheterodinos, inventados por Edwin H. Armstrong, fueron posibles gracias a los tubos electrónicos. Los receptores utilizaban como antenas la red eléctrica y como masa las cañerías de agua, pero pronto evolucionaron hacia las antenas en forma de T y piquetas de masa. (1930-1939)

En los primeros decenios del siglo XX las frecuencias de trabajo, en las bandas de LF, MF y HF, hacían que las antenas tuvieran unas dimensiones mucho menores o comparables a la longitud de onda. En dichas bandas los circuitos se pueden considerar como de elementos concentrados. Las bandas de microondas no están claramente definidas, pero se entiende que empiezan a partir de UHF, hasta banda X. En dichas bandas las antenas son mucho mayores que la longitud de onda, y los circuitos son de elementos distribuidos, aunque en UHF pueden coexistir técnicas híbridas.

1.4.5 TELEVISIÓN

Los primeros experimentos de televisión se iniciaron en Gran Bretaña. En 1925 John Logie Baird presentó un sistema de exploración mecánica de las imágenes. Las primeras transmisiones experimentales de TV electrónica se realizaron durante los Juegos Olímpicos de Berlín en 1936. Las emisiones regulares de la BBC comenzaron el mismo año. Se utilizaba la frecuencia de 45 MHz. La antena transmisora era una agrupación circular de dipolos.

1.4.6 WLAN

La primera red de computadores inalámbrica WLAN registrada, data de 1971 en la Universidad de Hawái cuando se conectaron siete computadores desplegados en cuatro islas hawaianas, AlohaNet, trabajando alrededor de los 400 MHz. Otros piensan que la línea de partida de esta tecnología se remonta a la publicación de los resultados en 1979 por ingenieros de IBM en Suiza, que consistía en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red de área local en una fábrica. Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema de espectro expandido. En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, La FCC, asignó las bandas ISM 2,400-2,4835 GHz, para uso en las redes inalámbricas basadas en Spread Spectrum (SS), con las opciones DS (Direct Sequence) y FH (Frequency Hopping). La técnica de espectro expandido es una técnica de modulación que resulta ideal para las comunicaciones de datos, ya que es muy poco susceptible al jamming y crea muy pocas interferencias. La asignación de esta banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria y ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el entorno del laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. El desarrollo comercial de las WLANs comenzó en 1990 cuando AT&T publicó WaveLAN, implementando DSSS.

En 1989 se forma el comité 802.11 con el objetivo de estandarizar las WLANs. En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS (Personal Communications Systems). En 1993 también se constituye la IrDA (Infrared Data Association) para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces infrarrojos. Aparece el primer borrador de 802.11 en 1994. En 1997 el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

(IEEE) ratificó el primer estándar Ethernet inalámbrico (wireless) 802.11, el cual especifica tres capas físicas, infrarrojo, FHSS a 1 y 2 Mbps, y DSSS a 1 y 2 Mbps en la banda 2.4 GHz ISM. En ese momento LANs Ethernet cableadas (wired) alcanzaban velocidades de 10 Mbps y los productos recientes eran bastante costosos, esto hizo que este estándar tuviera una aceptación limitada en el mercado. Dos años después evolucionó por dos caminos. La especificación 802.11b incrementó la velocidad más allá de la marca crítica de 10Mbps, manteniendo compatibilidad con el estándar original DSSS 802.11e incorporando un esquema de codificación más eficiente, conocido por sus siglas en inglés como CCK (complimentary Code Keying), para alcanzar velocidades de transmisión de hasta 11 Mbps. Un segundo esquema de codificación fue incluido como una opción para mejorar el desempeño en el rango de 5.5 y 11 Mbps La segunda rama es fue concebida para alcanzar velocidades de transmisión de hasta 54Mbps en la banda 5.2 GHz U-NII utilizando una técnica de modulación conocida como multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). Por trabajar en la frecuencia de 5.2 GHz 802.11a no es compatible con 802.11b ni con el inicial 802.11. Continuaron estudios subsecuentes con el ánimo de analizar la posibilidad de extender 802.11b a más altas velocidades de 20 Mbps y en Julio del 2000 se convirtió en un equipo completo de trabajo conocido como Task Group G (TGg) con la misión de definir velocidades de transmisión más altas para la banda de 2.4 GHz. Como consecuencia en Junio de 2003 es ratificado el estándar 802.11g. Este estándar permite la transmisión de datos a una velocidad de 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz, es decir, unen las bondades de la velocidad de transmisión de 802.11a con la cobertura de 802.11b guardando compatibilidad con 802.11b. En Colombia ya se ha implementado Wi-Fi en aeropuertos, universidades y en centros comerciales, y se proyecta avanzar en la penetración de estos servicios en espacios públicos. Se han realizado trabajos relacionados en otros países como en el que se evalúa el desempeño de la capa física de 802.11g mostrando solo BER vs. SNR sin relacionar

el número de usuarios, la distancia entre usuarios y la estación base, ni tampoco el nivel de interferencia. Se han realizado también estudios donde se modela el rango de interferencia entre redes 802.11 y bluetooth, aquí lo hacen en la plataforma JAVA lo cual limita el manejo

1.5. METODOLOGIA

Este trabajo de grado es dividido en diferentes etapas para lograr el objetivo principal del proyecto de grado.

1.5.1 Etapa 1

De acuerdo al desarrollo del proyecto es necesario recopilar información necesaria para el conocimientos de las redes de comunicaciones e implementaciones para aplicaciones en redes inalámbricas.

1.5.2 Etapa 2

Recopilar información acerca de los estudios y avances que han tenido este tipo de implementaciones en Colombia teniendo así un punto de referencia para optimizar el funcionamiento del diseño a construir.

1.5.3 Etapa 3

Realizar un diseño preliminar de antena omnidireccionales que nos permita identificar las ventajas y desventajas que pueden generar más adelante el diseño final y adecuación del mismo. Dando solución a los inconvenientes que se presenten

1.5.4 Etapa 4

Desarrollar bocetos para determinar el diseño definitivo con el que se construirá la antena.

Implementar el diseño determinado y realizarle pruebas unitarias para la verificar la funcionalidad del mismo

1.5.5 Etapa 5

Realizar pruebas para comprobar la funcionalidad del diseño final.

1.5.6 Etapa 6

Ajustar el diseño obtenido, el objetivo de esta etapa es colocar en servicio la antena, para ser utilizado por un usuario final.

1.5.7 Etapa 7

Realizar la respectiva revisión de errores, los que no se ajustan al diseño

1.5.8 Etapa 8

Desarrollo de un documento que muestra la información necesaria, con la que fue construido el documento la metodología que se utilizo para el diseño , desarrollo y el funcionamiento.

1.5.9 Etapa 9

Construir un manual de usuario que permita conocer los parámetros de utilidad del diseño, y su funcionamiento

1.6. ANTENA COMERCIAL Vs ANTENA PROPUESTA



Figura 1. Antena Grilla de 15 dB a 2.4 GHz

Valor comercial promedio \$
150.000.00

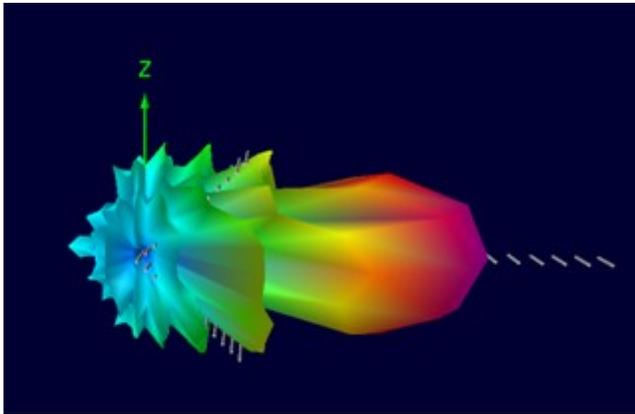


Figura 2. Antena propuesta debe ser mayor a 15dB

Con un Valor de construcción de \$50.000.00

4 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

En el avance de la tecnología y las comunicaciones se encuentra un factor muy importante que es la transformación de diseños que han sido construidos para satisfacer las necesidades de un usuario final, generando así un 90% de soluciones y efectividad al momento de ser utilizados.

Las posibilidades hoy en día de crear nuevos diseños innovadores de antenas en Colombia es debido a mejorar la conexión remota por medio de antenas inalámbricas que permitan alta ganancia. Una amplia cobertura territorial sin ninguna pérdida de señal, de igual manera los avances que en las tecnologías de la comunicación se producen día a día, quizá sean las posibilidades de las redes de comunicación y la televisión por cable las que mayor impacto pueden tener sobre el ámbito de la formación.

Por ello, y sin olvidar el papel de los satélites, deben ponerse en marcha experiencias de utilización de las redes de telecomunicaciones y preparar proyectos que aborden nuevas tecnologías.

Al mismo tiempo, se perciben cambios en nuestras mismas instituciones, lo mismo que en la educación a distancia tradicional que está experimentando profundos cambios provocados, tanto por las necesidades a las que debe atender, como por la utilización creciente de las nuevas tecnologías en su cometido.

La creciente necesidad de actualización que se da en el mundo productivo y las perspectivas que las nuevas tecnologías de la información presentan para su uso indispensable de la tecnología

Multimedia, redes de telecomunicaciones, televisión interactiva. Reflejan el crecimiento de la tecnología multimedia que tiende a modificar nuestros hábitos de trabajo y de ocio. Y, aunque no supone grandes avances tecnológicos - al fin y al cabo se trata de la interrelación entre informática y telecomunicaciones-, la

combinación de ordenador, teléfono y televisor ofrece crecientes posibilidades de intercomunicación.

Es indudable que en un mundo dominado por la información, los recursos que podemos encontrar en las redes ofrecen un campo de actuación que puede enriquecer las experiencias de aprendizaje, ya sea utilizado como fuente de recursos por parte de los profesores en situaciones convencionales de enseñanza, ya sea como escenario para el acceso autónomo a la información e intercambio de experiencias de los propios alumnos desde las aulas, desde el hogar, desde la empresa o desde centros de recursos de aprendizaje.

De acuerdo con los objetivos fundacionales de las redes, los cambios tecnológicos que se producen y el cambio de la situación en la producción pretende mejorar la calidad de vida de Colombia con La participación en proyectos europeos relacionados con la aplicación de las telecomunicaciones a la formación. No podemos dar la espalda a la investigación y puesta en práctica de proyectos promovidos en el seno de la Unión Europea. Nuestra participación pasa por colaborar en experiencias de ámbito europeo como ha sido Eurostep, y en cooperar con instituciones de los distintos países interesadas en llevar a cabo experiencias del campo de la formación.

La participación activa de muchos de nuestros asociados en la Televisión Educativa Iberoamericana, y la existencia de proyectos de cooperación con instituciones iberoamericanas, obliga a EEOS a seguir de cerca la experiencia y a dinamizar la participación de sus socios en el proyecto.

Por otra parte, la implicación de EEOS en el proyecto está más justificada, si cabe, ante el comienzo de las emisiones de Televisión Educativa Iberoamericana hacia España, que viene aumentar las posibilidades para los productores de material educativo españoles y al mismo tiempo supone la conjugación de los dos anteriores.

La entrada de la televisión por cable en nuestro país supone, sin lugar a dudas, un enorme campo para desarrollar experiencias de televisión educativa. La diversificación y especificación de audiencias proporcionará grandes posibilidades a las instituciones dedicadas a la producción y desarrollo de materiales formativos para televisión. Y, no solo, en cuanto a la producción de estos materiales, las posibilidades de nuevas formas de distribución posibilitarán experiencias innovadoras en el campo de la formación a distancia.

Como hemos señalado, además de la proliferación de satélites de difusión directa, el desarrollo de las tecnologías de la información en su aplicación al aprendizaje presentan otras direcciones: el crecimiento y complejidad de las redes de comunicaciones y los sistemas multimedia. Todos estos sistemas han de integrarse para ofrecer situaciones de comunicación cada día más adecuadas a las necesidades del aprendizaje. Las enormes perspectivas que las redes ofrecen, las potencialidades de las cada día más poderosas prometidas autopistas de la información, deben constituir otro de los focos principales de atención desde el momento en que permiten nuevos y sugerentes sistemas de distribución de los materiales de aprendizaje y posibilidad una más adecuada interacción entre los actores del proceso de formación. De esta manera se conoce la importancia de nuevos replanteamientos de tecnología en Colombia.

2.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

FASES	ACTIVIDADES	FECHAS	PRODUCTO
1 .fase de análisis	<p>Recopilación de información</p> <p>Identificación de factores de uso</p> <p>Análisis de requerimientos del diseño</p>	<p>Noviembre 14-de 2008 a enero 20 de 2009</p>	<p>Documento y Diseño preliminar</p>
1. Fase de diseño	Diseño de bocetos	<p>Enero 21 de 2009- enero28 de 2009</p>	Diseño y Prototipo
2. Fase de construcción	Construcción de diseño final	<p>Enero 29 de 2009- febrero 28 de 2009</p>	Diseño de antena
5.Fase de pruebas	Elaboración de pruebas del diseño para verificar su funcionalidad y efectividad.	<p>Marzo 06 de 2009 a marzo 20 de 2009</p>	Elaboración de pruebas
6.Fase de elaboración de manuales e informes finales	Construcción de manual de usuario e informes respectivo de su elaboración.	<p>Marzo 21 de 2009 a abril 10 de 2009</p>	Culminación de documento y manuales de usuario

Tabla 1 cronograma de actividades

El cronograma está sometido a los ajustes de modificación en el transcurso de la elaboración del proyecto

2.2 PRESUPUESTO

Los costos del proyecto son generados por los materiales, personal, diseños y pruebas del mismo, los costos de la implementación son financiados por las estudiantes y se presentaran en la siguiente factura de cotización.

En la siguiente Cotización se conocen los materiales y su correspondiente valor con que será construido el proyecto de diseño, construcción e implementación de una antena para la propagación de señales a una frecuencia de 2.4 GHz.

MATERIAL	VALOR \$\$
Fotocopias, impresiones y papelería	200 .000
Equipos de computo	1.600.000
Visitas a bibliotecas	20.000
Libros	60.000
Internet	60.000
Alquiler de equipos para pruebas y simulaciones	200.000
Personal de trabajo	200.000

Para un TOTAL de:

\$ 2.340.000=

Tabla 2 presupuesto

CAPITULO I

3 ANTENAS

3.1 ¿QUE ES UNA ANTENA?

Una antena es un dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Cuando se utiliza una antena para transmitir (propagar) ondas de radio, el equipo emisor hace oscilar la corriente eléctrica a lo largo de los cables o de las varillas. La energía de esta carga oscilante se emite al espacio en forma de ondas electromagnéticas (radio). En el caso de la recepción, estas ondas inducen una pequeña corriente eléctrica en la parte metálica de la antena, que se amplifica con el receptor de radio. Por lo general se puede utilizar una misma antena para recibir y transmitir en una misma longitud de onda, siempre que la potencia de emisión no sea demasiado grande.¹

3.2. TIPOS DE ANTENAS

Una antena es un dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite la emisión de ondas de radio frecuencia, o que, conectado a una impedancia, sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana para este fin existen diferentes tipos:

3.2.1 Antena Colectiva:

Antena receptora que, mediante la conveniente amplificación y el uso de distribuidores, permite su utilización por diversos usuarios.

¹ <http://www.monografias.com/trabajos6/ante/ante.shtml> Trabajo por. Daniel Mesen A Estudiante de Ingeniería Eléctrica (7mo semestre) Diciembre del 2000.

3.2.2 Antena de Cuadro:

Antena de escasa sensibilidad, formada por una bobina de una o varias espiras arrolladas en un cuadro, cuyo funcionamiento bidireccional la hace útil en radiogoniometría.

3.2.3 Antena de Reflector o Parabólica:

Antena provista de un reflector metálico, de forma parabólica, esférica o de bocina, que limita las radiaciones a un cierto espacio, concentrando la potencia de las ondas; se utiliza especialmente para la transmisión y recepción vía satélite.

3.2.4 Antena Lineal:

La que está constituida por un conductor rectilíneo, generalmente en posición vertical.

3.2.5 Antena Multibanda:

La que permite la recepción de ondas cortas en una amplitud de banda que abarca muy diversas frecuencias.

3.2.6 Antenas directivas:

Es aquélla que concentra toda la energía de radiación en una dirección preferente, con una ganancia muy importante en esa dirección a costa de disminuir las otras direcciones. Anteriormente hemos visto que el dipolo es una antena con una ligera directividad.

Existen dos tipos básicos de antenas directivas:

- a) Las están formadas por diversos elementos, todos ellos activos que suelen

b) Las antenas en las que sólo hay un elemento activo y otra serie de elementos no activos que se llaman parásitos.²

3.2.7 Antenas Dipolo de Media Onda:

El dipolo de media onda lineal o dipolo simple es una de las antenas más ampliamente utilizadas en frecuencias arriba de 2MHz. En frecuencias abajo de 2 MHz, la longitud física de una antena de media longitud de onda es prohibitiva. Al dipolo de media onda se le refiere por lo general como antena de Hertz.

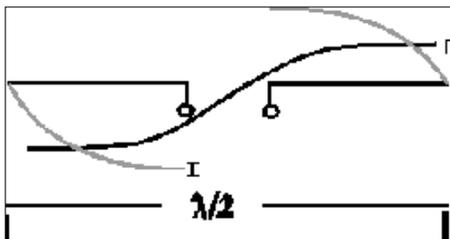


Figura 3. Longitud del dipolo

3.2.8 Antena de Hertz:

Es una antena resonante. O sea, es un múltiplo de un cuarto de longitud de onda de largo y de circuito abierto en el extremo más lejano. Las ondas estacionarias de voltaje y de corriente existen a lo largo de una antena resonante

La figura anterior podemos observar las distribuciones de corriente y voltaje ideales a lo largo de un dipolo de media onda. Cada polo de la antena se ve como una sección abierta de un cuarto de longitud de onda de una línea de transmisión. La figura siguiente muestra la curva de impedancia para un dipolo de media onda alimentado en el centro.

² Sistemas de comunicaciones electrónicas - Tomasi Wayne - 2° Edición - Pág. 377 a 410

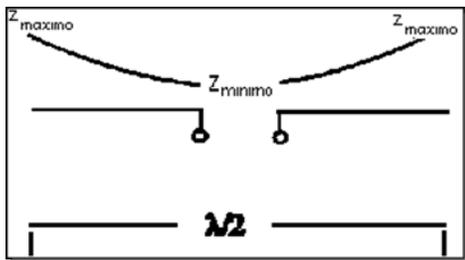


Figura 4. Curva de Impedancia de una dipolo

La impedancia varia de un valor máximo en los extremos de aproximadamente 2500 W a un valor mínimo en el punto de alimentación de aproximadamente 73 W (de los cuales entre 68 y 70 W es la impedancia de radiación).

El patrón de radiación de espacio libre para un dipolo de media onda depende de la localización horizontal o vertical de la antena con relación a la superficie de la tierra.

La figura siguiente muestra el patrón de radiación vertical para un dipolo de media onda montado verticalmente. Obsérvese que los dos lóbulos principales que irradian en direcciones opuestas están en ángulo derecho a la antena, los lóbulos no son círculos, se obtienen solo en el caso ideal donde la corriente es constante a todo lo largo de la antena, y esto es inalcanzable en una antena real.

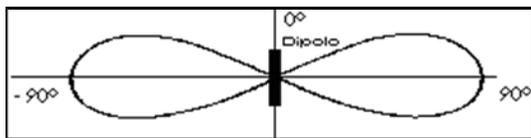


Figura 5. Patrón de radiación para un dipolo

3.2.9 Antena Yagi: Antena constituida por varios elementos paralelos y coplanarios, directores, activos y reflectores, utilizada ampliamente en la recepción

de señales televisivas. Los elementos directores dirigen el campo eléctrico, los activos radian el campo y los reflectores lo reflejan. (Figura siguiente)

Los elementos no activados se denominan parásitos, la antena yagi puede tener varios elementos activos y varios parásitos. Su ganancia está dada por:

$$G = 10 \log n \quad \text{Donde } n \text{ es el número de elementos por considerar.}$$

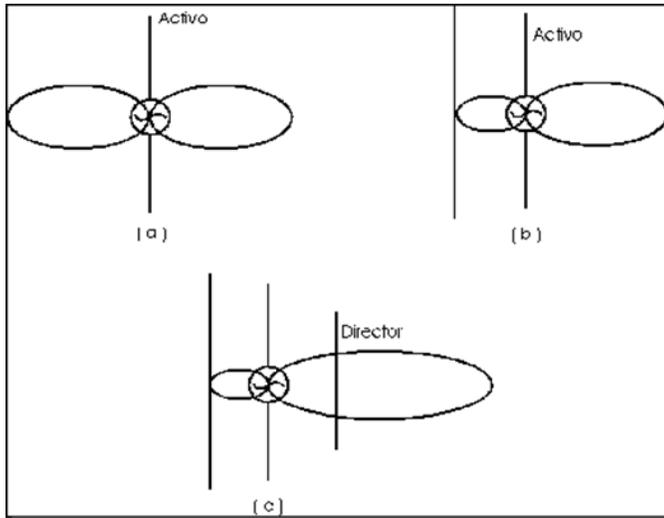


Figura 6. Elementos de la Antena Yagi

Para la antena yagi de tres elementos la distancia entre el reflector y el activo es de 0.15λ , y entre el activo y el director es de 0.11λ . Estas distancias de separación entre los elementos son las que proporcionan la óptima ganancia, ya que de otra manera los campos de los elementos interferirían destructivamente entre sí, bajando la ganancia.

Como se puede observar, este diseño de antena yagi resulta ser de ancho de banda angosto, ya que el elemento dipolar está cortado a una sola frecuencia que generalmente se selecciona en la mitad del ancho de banda de los canales bajos de TV; es decir, del canal 2 al canal 6 (de 50MHz a 86 MHz). Esto resulta ser una desventaja ya que no es posible cubrir varios canales de TV con una misma ganancia seleccionada. Por tal razón se utiliza la denominada antena yagi de

banda ancha, la cual puede cubrir varios canales a la vez aunque sacrificando la ganancia.

En la figura siguiente se muestran los parámetros de diseño x y Y , creando la relación $x + y = l / 4$, la ganancia se acentúa alrededor de un solo canal, como se muestra en la figura.

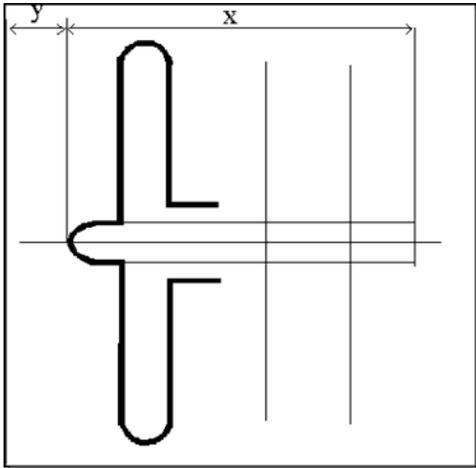


Figura 7. Parámetros de diseño de una antena Yagi

Para considerar una antena yagi de banda ancha es necesario, entonces, hacer ajustes en la distancia entre los elementos para obtener, junto con el ancho de banda deseado, la ganancia óptima. Se recuerda que para un arreglo de antenas en las cuales todos los elementos van alimentados se obtiene mejor ganancia para el denominado "en línea". Como la antena yagi utiliza elementos alimentados y parásitos, es común aumentar el número de elementos alimentados a 2 o 3; estos dipolos se cortan a la frecuencia media del ancho de banda; generalmente para los canales bajos de televisión da muy buen resultado. En la figura siguiente se proporciona las dimensiones para óptima ganancia de una antena yagi de tres elementos

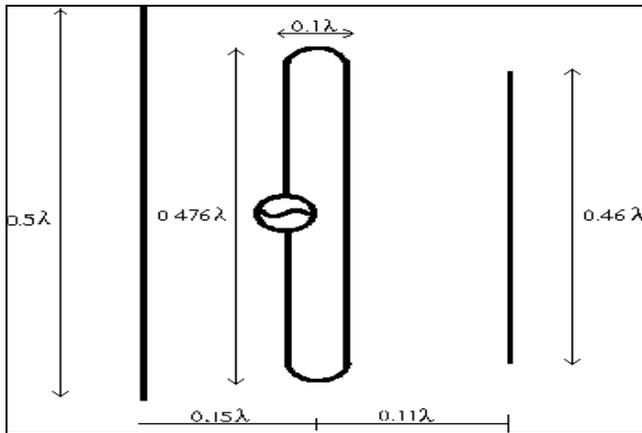


Figura 8. Elementos de una antena yagi

3.2.10 La Antena Vertical de 1/4 de Onda:

El más conocido dipolo asimétrico es la antena de cuarto de onda con plano de tierra artificial, conocida como ground plane. El plano de tierra se simula mediante varios «radiales» de un cuarto de onda extendidos por debajo del elemento radiante vertical y conectado a la malla del cable de alimentación. La práctica demuestra que en HF 30 o 40 radiales de un 1/4 de onda y separados del suelo proporcionan excelentes resultados. En VHF y UHF, donde por lo general las antenas verticales se instalan a cierta altura sobre el suelo, el número de radiales puede ser mucho más reducido. Con los radiales en ángulo recto respecto al elemento radiante, la impedancia de la antena es de 36 ohmios. A medida que los radiales forman un ángulo más obtuso respecto al elemento radiante, la impedancia del sistema aumenta. La antena vertical mínima debe tener un 1/4 de onda eléctrico, lo que no significa que tenga la longitud física de una cuarta parte de la longitud de la onda a transmitir. La longitud física de una antena autorresonante para las bandas de onda más larga -y especialmente en la banda de 160 metros-, puede ocasionar problemas mecánicos para su sustentación de modo que, en general, se la hace menor a la teórica de 1/4 de onda y aún funciona bastante bien. Las antenas verticales cortas se «alargan» artificialmente

bien añadiéndoles una inductancia en la base o una capacidad en el extremo superior

En V Invertida El Dipolo: Cuando el espacio disponible no permite extender el dipolo horizontalmente en toda su longitud, se puede adoptar la configuración de las antenas dipolo en V invertida, que son una buena solución y que presenta incluso algunas ventajas frente al dipolo horizontal. Esta antena se instala utilizando un solo mástil, que la sustenta por su centro o suspendida de una driza. Con un ángulo de 90° entre las ramas en el vértice, esta antena presenta un diagrama de radiación prácticamente omnidireccional, ángulos de salida bajos y una impedancia próxima a los 50 ohmios, que la hace apta para ser alimentada con cable coaxial.

3.2.11 Antena córner:

La antena Corner Reflector, está conformada por una antena dipolo usada como iluminador y un reflector angular, cuyo ángulo es de 60° , en este caso. Esta configuración de iluminador/reflector producirá una ganancia aproximada de 13 dBi. Su alta relación frente/ espalda la hacen ser una buena elección para realizar enlaces punto a punto.³

³ 3Proyecto Antena corner reflector 13 Db proyecto GUW FEBRERO 2006 Por: **Luis Angosto Rahausen**
Marzo 2003

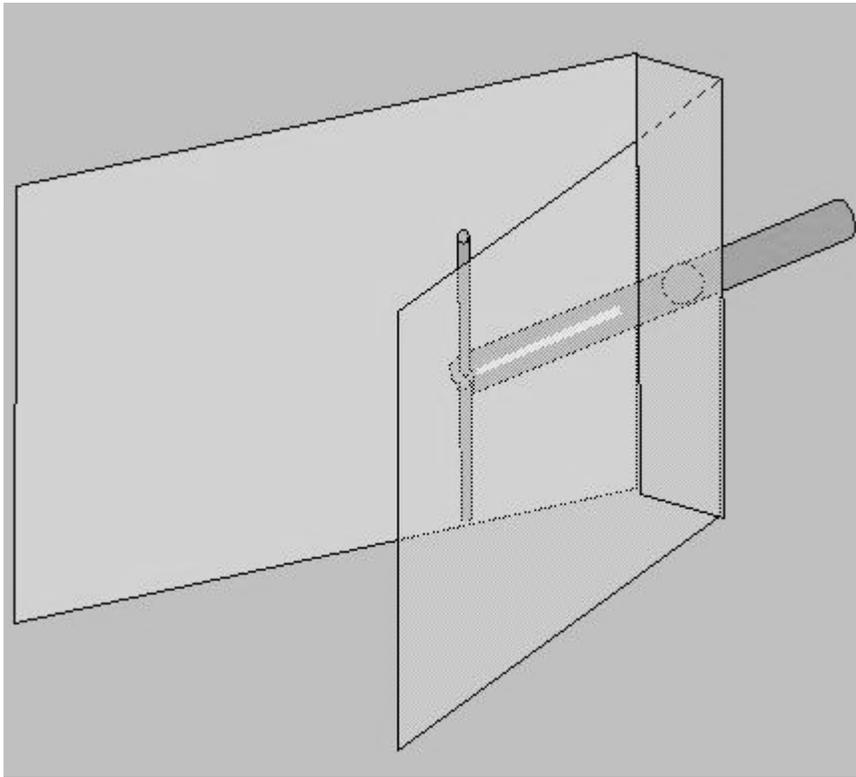


Figura 9. simulación de antena corner

3.2.12 Antenas para Espacios Reducidos:

Para las bandas de 80 y 160 metros, en muchas ocasiones no es materialmente posible extender un dipolo de media onda. Es preciso entonces, tratar de acomodar las ramas de la antena al espacio disponible, doblándolas en el plano horizontal o decidirse por una antena vertical. Combinando varios procedimientos es posible construir antenas cuya longitud física sea la mitad o aún menos de la que teóricamente le correspondería y aún así ser muy eficientes. No es infrecuente, por ejemplo, ver antenas dipolo rígidas para la banda de 40 metros cuya longitud total no supera los 10 m. Con todo, no hay que olvidar que cualquier reducción de tamaño de una antena comporta inevitablemente una reducción del ancho de banda útil, así como un descenso del rendimiento total debido, entre otras cosas, a las pérdidas acumuladas en los elementos añadidos.

3.2.13. Antenas Cortas con Inductancias:

Uno de los procedimientos usuales para «alargar» eléctricamente las antenas comporta el uso de inductancias en sus ramas. El cálculo del valor y posición de esas inductancias es bastante complicado para hacerlo manualmente por lo que deben usarse programas de ordenador que lo resuelven con buena exactitud. No es válida la simplificación de acortar la antena simplemente arrollando el exceso de hilo sobre un soporte cualquiera formando una bobina; la inductancia necesaria de esa bobina depende de la posición que ocupe sobre el dipolo y de la longitud total de éste, así que sería sólo casualidad acertar con todas las variables.

3.2.14. Antenas Cortas con Cargas Lineales:

Otro método de reducir la longitud física de las antenas, manteniendo la resonancia y ofreciendo una resistencia de radiación conveniente y bajas pérdidas, es el uso de las llamadas cargas lineales, consistentes en plegar sobre sí mismo parte del conductor de la antena; el cálculo de las dimensiones de esa configuración es muy complejo y debe realizarse con la ayuda de un programa de ordenador.

3.2.15. Antenas Cortas con Carga Capacitiva:

Un tercer procedimiento para «alargar» artificialmente una antena es añadir capacidad al extremo de la misma. Esta capacidad está compuesta por lo general por una red de conductores (cruz, polígono, etc.) conectada al extremo del conductor que se quiere alargar eléctricamente. Un medio para añadir carga capacitiva a un mástil radiante vertical es utilizar una sección de los vientos superiores, que se conectan eléctricamente al vértice del mástil, formando las aristas de un polígono cónico. Si la reducción de longitud es considerable, una antena de ese tipo presenta una baja resistencia de radiación, que complica asimismo el problema de las pérdidas del sistema de tierra.

3.2.16. Antenas Dipolos Multibanda:

Un dipolo resuena, además de en su frecuencia natural, a frecuencias múltiplos de aquella; a ciertas frecuencias, la impedancia en el punto de alimentación hace que la ROE resultante sea muy elevada. Es posible, sin embargo, hacer resonar una antena en varias bandas manteniendo su impedancia en valores próximos a la del cable coaxial haciendo uso de «trampas» de onda, que dividen eléctricamente la antena en varios tramos, cada uno de los cuales, añadido al anterior, hace resonar a la antena en una banda determinada. Las trampas de onda actúan prácticamente como un interruptor a su frecuencia, aislando las secciones subsiguientes de la antena. A una frecuencia inferior, la trampa presenta reactancia inductiva, alargando así eléctricamente la rama. Es posible combinar los distintos valores de forma que la antena resuene en dos o más bandas con una impedancia adecuada para ser alimentada con cable coaxial. Una popular antena de ese tipo es el dipolo para dos bandas (típicamente para 80 y 40 metros) que desarrolló W3DZZ hace ya muchos años.

3.2.17. Antenas para VHF y UHF:

Dada la menor longitud de onda de las señales de VHF y UHF, las dimensiones de las antenas básicas (dipolo, vertical con plano de tierra, etc.) son proporcionalmente menores y por ello mismo en esas bandas son posibles formaciones de mayor ganancia, con múltiples elementos, que resultarían inviables en las bandas decamétricas.

3.2.18 Antenas Verticales para V-UHF:

Una sencilla antena vertical de $1/4$ de onda con plano de tierra artificial puede proporcionar buenos resultados en un entorno urbano. Inclinando los radiales hacia abajo se logra rebajar el ángulo de radiación y elevar la impedancia hasta los 50 ohmios convenientes para alimentarla con cable coaxial. Combinando varias antenas verticales con sus elementos «en línea» se obtiene la antena denominada

colineal, con la que se logran mayores prestaciones al concentrar la energía en un menor ángulo vertical, de forma que no se desperdicia energía hacia lo alto. Comercialmente se ofrecen antenas de este tipo que resultan prácticas y convenientes de instalar, tanto en situaciones fijas como sobre un vehículo. La comunicación en VHF o UHF a través de repetidores (analógicos o digitales) se efectúa exclusivamente en FM y utilizando polarización vertical, por lo que las antenas verticales omnidireccionales ofrecen una excelente solución para repetidores relativamente cercanos.

3.2.19 Antenas Direccionales para V-UHF:

Cuando se desea incrementar el alcance de la estación en VHF o UHF es necesario optar por una antena direccional, fija o acoplada a un rotor. Dadas las dimensiones relativamente reducidas de estas antenas, incluso con múltiples elementos, es factible mejorar sustancialmente el alcance de un equipo sin necesidad de apelar a amplificadores utilizando antenas direccionales.

3.2.20 Antenas Omnidireccionales:

Una antena omnidireccional es aquella diseñada para proveer un patrón de radiación de 360° (Figura). Propagan la señal de RF en todas las direcciones en el plano horizontal aunque tienen un rango limitado en el plano vertical. Son las más comunes en WLAN y se utilizan cuando se requiere dotar de cobertura en todas las direcciones. Sus ganancias pueden llegar hasta 6 dB. Proporcionan la cobertura más amplia dentro de edificios, pudiendo formar celdas circulares mínimamente solapadas a lo largo del edificio. La mayoría de los puntos de acceso estándar disponen de una antena omnidireccional de baja ganancia.

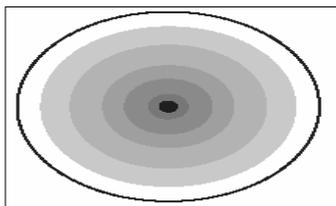


Figura 10. Radiación de una antena omnidireccional

3.2.21 Antenas Direccionales:

Las antenas direccionales transmiten y reciben energía RF más en una determinada dirección que en otras. Este patrón de radiación es similar a la luz producida por un flash o un foco. La antena no añade potencia a la señal sino que simplemente redirige la energía entregada por el transmisor en una determinada dirección. Al distribuir más energía en una dirección y menos en el resto la ganancia de las antenas direccionales se incrementa y su ángulo de radiación generalmente decrece, proporcionando una mayor distancia de cobertura pero reduciéndose el ángulo de cobertura. Existen diferentes tipos de antena direccionales, cada una con una forma y estilo determinado, incluyendo yagis, antenas patch y parabólicas.

Las antenas deben de dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección. Es decir, deben acentuar un sólo aspecto de dirección, y anular o mermar los demás. Esto es necesario ya que sólo nos interesa radiar hacia una dirección determinada.

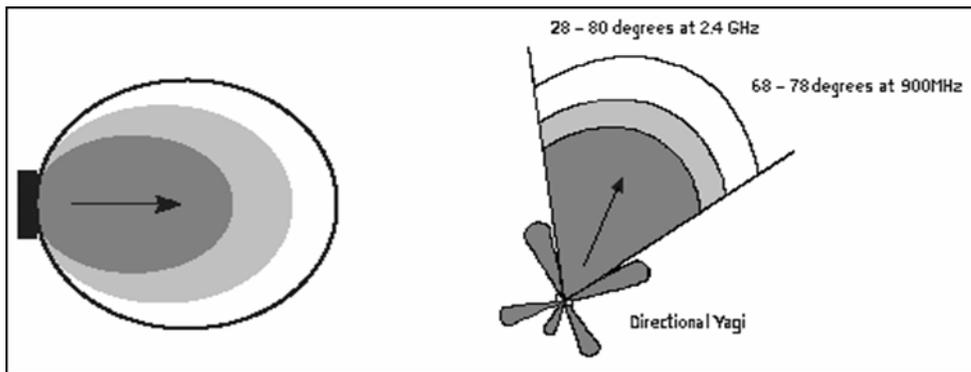


Figura 11. Radiación de antenas direccionales

3.3 CARACTERISITCAS DE LAS ANTENAS

Una característica importante de las antenas es su ganancia, que viene a ser el grado de amplificación de la señal.

3.3.1 ANCHO DE BANDA DE LAS ANTENAS

El ancho de banda de la antena se define como el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es "satisfactoria". Esto por lo general se toma entre los puntos de media potencia, pero a veces se refiere a las variaciones de la impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

En WLAN las antenas tiene que estar sintonizadas para la banda de 2.4 GHz (802.11b/g) ó 5 GHz (802.11a). Una antena funcionará de modo eficiente sólo si su ancho de banda coincide con las frecuencias de radio utilizadas.

3.3.2 POTENCIA

Se define como polarización de una antena, la dirección que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética. Si el campo eléctrico es horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si es vertical, tendrá polarización vertical. En general, la polarización coincide con la posición del hilo conductor de la antena. Si ésta tiene el conductor en posición horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si está vertical, tendrá polarización vertical. En algunos tipos de antena resulta dudoso determinar la polarización (antenas de cuadro o similares), pero lo determinaremos al hablar de cada tipo. Para las frecuencias comprendidas entre 3 y 30 MHz, en las que la mayoría de comunicados se realizan por reflexión en la ionosfera, la elección de uno u otro tipo no tiene importancia, ya que la polarización se pierde al haber una reflexión. Sin embargo, en frecuencias superiores, donde las reflexiones son muy raras, o bien, siempre que se quiera establecer comunicados por vía directa (sin reflexiones), la antena emisora y la

receptora deben tener la misma polarización, ya que en caso contrario las pérdidas son muy importantes.

3.3.3 PATRON DE RADIACION

Es un diagrama polar que representa la intensidad de los campos o las densidades de potencia en varias posiciones angulares en relación con una antena. Si el patrón de radiación se traza en términos de intensidad del campo eléctrico (e) o de la densidad de potencia (p), se llama patrón de radiación absoluto. Si se traza la intensidad del campo o la densidad de potencia en relación al valor de un punto de referencia, se llama patrón de radiación relativa. El patrón se traza sobre el papel con coordenadas polares con la línea gruesa sólida representando los puntos de igual densidad de potencia (10 mW/m^2). Los gradientes circulares indican la distancia en pasos de dos kilómetros. Puede verse que la radiación máxima está en una dirección de 90° de la referencia. La densidad de potencia a diez kilómetros de la antena en una dirección de 90° es 10 mW/m^2 . En una dirección de 45° , el punto de igual densidad de potencia es cinco kilómetros de la antena; a 180° , esta solamente a cuatro kilómetros; y en una dirección de -90° , en esencia no hay radiación. La forma del patrón de radiación de una antena define su directividad.

En la Figura se representa el diagrama de radiación en tres dimensiones de una antena yagi de seis elementos.

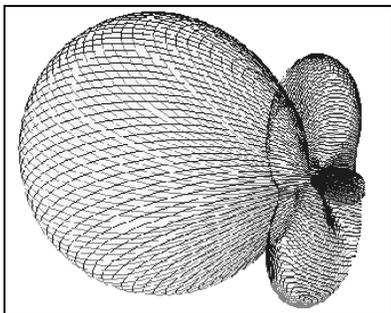


Figura 12. Patrón de radiación de una antena yagi

Algunas veces no nos interesa el diagrama de radiación en tres

dimensiones, al no poder hacerse mediciones exactas sobre el; y lo que se suele hacer es un corte en el diagrama de radiación en tres dimensiones para pasarlo a dos dimensiones. Este tipo de diagrama es el más habitual ya que es más fácil de medir y de interpretar.

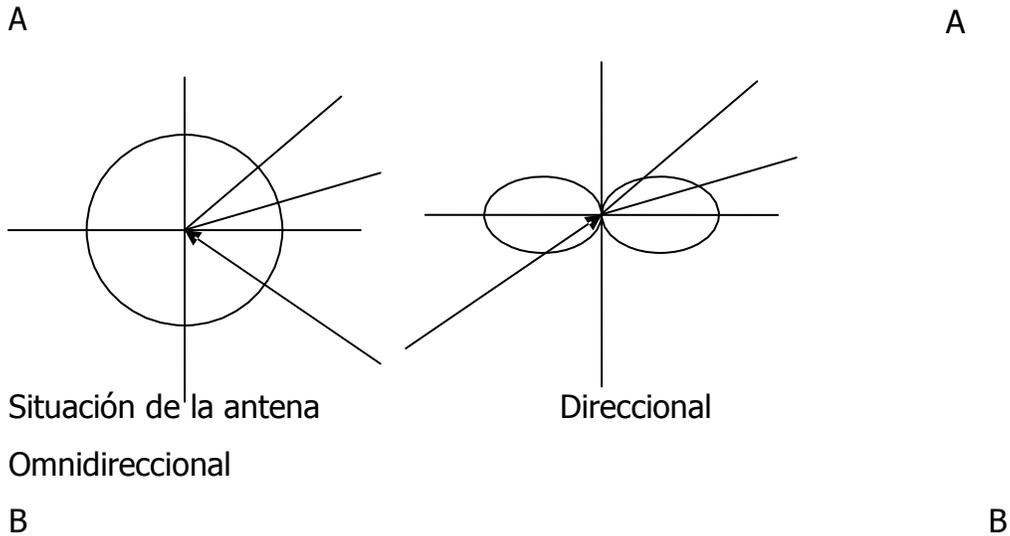


Figura 13. Patrones de radiación: ejemplos

3.3.4 PERDIDA DE PROPAGACION

La pérdida de propagación es la cantidad de señal necesaria para llegar de un extremo de la conexión wireless al otro. Es decir la cantidad de señal que se pierde al atravesar un espacio.

Las señales electromagnéticas se propagan por el medio a la velocidad de la luz. Incluso tienen la capacidad y habilidad de poder traspasar paredes, techos

Puerta o cualquier obstáculo (teóricamente claro). Además gracias al fenómeno conocido como difracción pueden colarse por los pequeños agujeros gracias a un fenómeno conocido como difracción. En cualquier caso, unos obstáculos los pasa más fácilmente que otros.

El hacer un cálculo teórico del alcance de una señal, considerando todos los posibles obstáculos, resulta algo complicado teniendo en cuenta la finalidad a la

que se dedican estos cálculos. Por lo tanto, lo mejor es llevar el cálculo al espacio abierto sin obstáculos. En un espacio sin obstáculos, la pérdida de propagación, puede ser calcularla con la siguiente fórmula:

$$P_p = 20\log_{10}(d/1000) + 20\log_{10}(f*1000) + 32,4$$

Donde P_p indica la pérdida de propagación en decibelios (dB), d es la distancia en metros y f es la frecuencia en GHz. EL valor de la frecuencia depende del canal en el que se tenga configurado el equipo.

La constante 32,4 suele venir erróneamente en muchas páginas de Internet, que han confundido el valor de 32 por 94, sin embargo hay sitios que si la ponen bien. Y en otros la definen como 32,45 que quizás si sea más correcto.

También podemos resumirla como:

$$P_p = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 32,4$$

Pero en este caso, P_p indica la pérdida de propagación en decibelios (dB), d es la distancia en kilómetros y f es la frecuencia en MHz.

Para hacer cálculos aproximados para nuestras instalaciones podemos considerar la frecuencia de 2,4GHz (2400MHz). En este caso la formula quedaría resumida en la siguiente:

$$P_p = 20\log_{10} (d/1000) + 100$$

Donde P_p indica la pérdida de propagación en decibelios (dB) y d es la distancia en metros.

O también:

$$P_p = 20\log_{10} (d) + 100$$

Donde P_p indica la pérdida de propagación en decibelios (dB) y d es la distancia en kilómetros.

Por lo tanto observar que la pérdida de propagación está relacionada con el canal elegido. es decir el canal 1 tiene una menor pérdida de propagación que el canal 11. Solo tenéis que ver que la frecuencia para cada canal es diferente:

Relación de frecuencias y canales

Canal

Frecuencia (GHz)

FRECUENCIA	CANALES
1	2,412
2	2,417
3	2,422
4	2,427
5	2,432
6	2,437
7	2,442
8	2,447
9	2,452
10	2,457
11	2,462
12	2,467
13	2,472
14	2,484

Tabla 3. Relación de frecuencia y canales

3.4 PÉRDIDAS Y GANANCIA DE LA ANTENA

Parte de las pérdidas y propagación, en una instalación de radio existen distintos dispositivos que producen pérdidas o aportan ganancia a la señal. Una característica importante de las antenas es su ganancia. La ganancia viene a ser el grado de amplificación de la señal. En caso de las antenas, la ganancia de las antenas representa la relación entre la intensidad de campo que produce dicha antena en un punto determinado y la intensidad de campo que produce una

antena omnidireccional (llamada isotrónica) en el mismo punto y en las mismas condiciones. Una antena es mejor cuando mayor es su ganancia.

El valor de la ganancia de una antena se mide en decibelios (dB). El decibelio es una unidad que se calcula como el logaritmo de una relación de valores. No obstante, como para calcular la ganancia de una antena se toma como referencia a la antena isotrónica, el valor de la ganancia se representa en dB (decibelios en relación a la antena isotrónica)

Las antenas de los puntos de acceso suelen ser antenas verticales omnidireccionales. Estas antenas tiene una ganancia bastante mayor que las antenas que vienen incluidas en los adaptadores de red, pero bastante menor que una antena externa direccional. Las antenas direccionales concentran la energía radiada en una sola dirección, por lo que consiguen que la energía radioelétrica llegue bastante más lejos (mayor alcance, aunque en una sola dirección).

El cálculo teórico del enlace de una transmisión se basa en sumar los factores de la instalación que aportan ganancias y restan lo que producen perdidas. Al final, obtendremos un nivel de señal. El que este nivel de señal sea suficiente para una buena recepción depende del equipo receptor.

Características	Valor
Ganancia de la antena	De 6 a 24 dB
Perdida del cable	De 0.05 a 1 dB
Perdida del conector	0.25 dB por conector
Perdida de propagación	$20\log_{10}(D) + 20 \log_{10} (F) + 32,4$ FRIIS

Tabla 4. Valores típicos en el cálculo del enlace

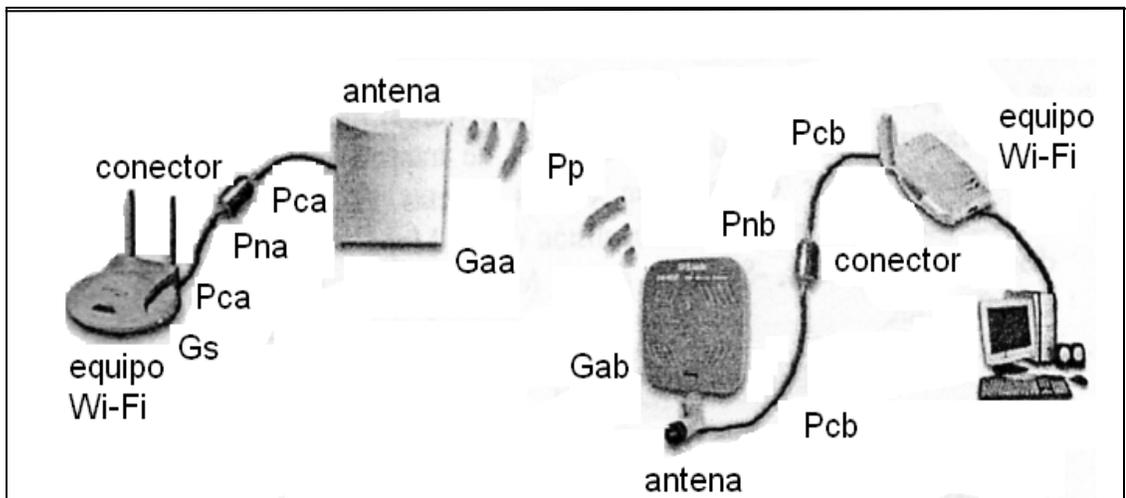


Figura 14. Factores que intervienen en el enlace

En la comunicación Wi-Fi extremo a extremo contamos con los siguientes factores:

3.4.1.1 Gs: ganancia de salida. Es la potencia con la que sale la señal del equipo del radio transmisor.⁵

3.4.1.2 Pca: pérdida del cable del extremo transmisor.

Hay que contar las pérdidas de todos los cables que intervienen en la instalación. Includo el cable adaptador (pigtail), si lo hubiera. Dependiendo de la calidad del cable, las pérdidas pueden variar entre los 0.05 y 1 dB por metro si no se utiliza una antena exterior, no se utilizaría cable de antena y, por tanto no se consideraría esta pérdida.

3.4.1.3 Pna: pérdida de los conectores del extremo transmisor. Hay que contar las pérdidas de todos los conectores. Generalmente se considera una pérdida de 0.25 dB por conector. De la misma forma, si se utilizase una antena exterior, no se utilizarían conectores para la antena y, por tanto no se consideraría esta pérdida.

3.4.1.4 Gaa: ganancia de la antena del extremo transmisor. Este valor depende del modelo de antena que se utilice. Esta ganancia varía habitualmente entre los 6 y los 24 dB

Pnc. Perdida de los conectores del extremo receptor

Pcb: Perdida del cable del cable del extremo receptor.

Esto quiere decir que el nivel de señal que le llega al equipo de radio receptor es el siguiente:

3.4.1.5 $S = G_s - P_{ca} - P_{na} + G_{aa} - P_p + G_{ab} - P_{nb} - P_{cb}$

Si se desea tener en cuenta las condiciones ambientales, se pueden estimar unas pérdidas adicionales de 20dB.

Dependiendo de las características del equipo receptor, el nivel de señal puede ser suficiente para una u otra velocidad de transmisión o para no hacer posible la comunicación. Por ejemplo, una de las tarjetas Wi-Fi de Orinoco indica en sus características que, para una transmisión de 11 Mbps, -91 dBm y para 1 Mbps, le es suficiente con -94 dBm.

3.4.2 ANCHURA DE HAZ (BEAM WIDTH)

El haz de diámetro o anchura de haz de un rayo electromagnético es el diámetro a lo largo de toda la línea se especifica que es perpendicular al eje de la viga y se cruza con ella. Desde hace normalmente no tienen bordes afilados, el diámetro se puede obtener de muchas maneras diferentes. Cinco definiciones de la anchura de haz son de uso común: $D4\sigma$, 10/90 o 20/80 filo de la navaja, $1 / e^2$ FWHM, y D86.

Diámetro del haz es generalmente utilizado para caracterizar electromagnética vigas en el régimen óptico, y en ocasiones en el microondas régimen, es decir, casos en los que la apertura a partir de la cual emerge el haz es muy grande con respecto a la longitud de

5 Nombre libro wi-fi como construir una red inalámbrica 2da edición autor José a caballar capítulo 3
0606 car una antena externa pág. 163

Haz de diámetro por lo general se refiere a una viga de sección circular, pero no necesariamente. Un haz de mayo, por ejemplo, tiene una sección transversal elíptica, en cuyo caso la orientación del haz de diámetro debe ser especificado, por ejemplo, con respecto al eje mayor o menor de la sección transversal elíptica. El término "haz ancho" puede ser preferido en aplicaciones en las que el haz no tiene simetría circular.

El ancho del haz para una antena cuyo patrón de radiación se muestra en la Figura es el ángulo formado entre los puntos A, X y B (ángulo Φ). Los puntos A y B son los puntos de media potencia (la densidad de potencia en estos puntos es la mitad de la densidad de potencia, a una distancia igual de la antena, en la dirección de la máxima radiación). El ancho de haz de la antena se llama ancho de haz de -3dB

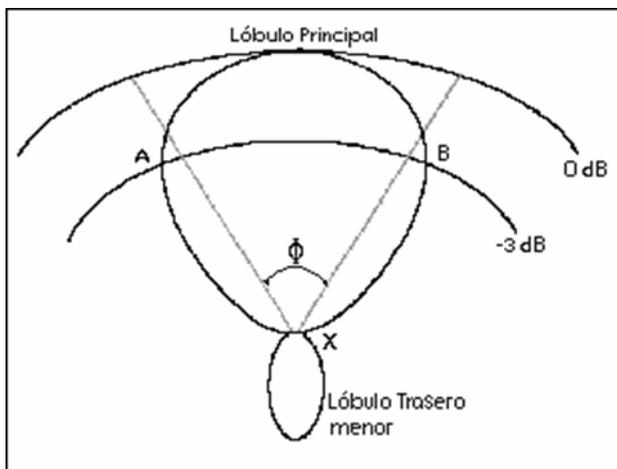


Figura 15. Anchura de haz

3.4.3 POLARIZACION DE LA ANTENA

La polarización de la antena juega un papel importante en el diseño de la misma. Recuérdese que la polarización viene definida por la trayectoria que describe el vector de campo eléctrico (o magnético) cuando se observa en el sentido de propagación de la onda (la onda se acerca del observador). Así, se tiene:

3.4.3.1 Polarización lineal: las variaciones del vector de campo eléctrico están contenidas una única dirección.

3.4.3.2 Polarización circular: cuando el campo eléctrico generado por la antena va rotando de vertical a horizontal. Y viceversa, creando movimientos circulares en todas direcciones. La polarización circular puede ser dextrógira (rotación a favor de las agujas del reloj, conocida también como CCW), y levógira (rotación en contra de las agujas del reloj, conocida también como CW).

3.4.3.3 Polarización Vertical: cuando el campo eléctrico generado por la antena es vertical con respecto al horizonte terrestre (va de arriba abajo).

3.4.3.4 Polarización Horizontal: cuando el campo eléctrico generado por la antena es paralelo al horizonte terrestre.

3.4.3.5 Polarización elíptica: el vector de campo eléctrico describe una trayectoria elíptica. Al igual que antes, se puede distinguir entre polarización elíptica a derechas o a izquierdas.

Se debe tener en cuenta que un cambio en el sistema de referencia del observador no produce un cambio en la polarización. En realidad, tanto la polarización lineal como la circular son casos particulares de la elíptica: una elipse de excentricidad infinita es una línea y una elipse de excentricidad nula es una circunferencia. La medida de la polarización se debe realizar en la zona lejana de la antena de tal forma que una variación en la distancia a la misma no cambie la polarización obtenida.

Si una antena trabaja en polarización lineal vertical (por ejemplo, perpendicular a la superficie del suelo), en teoría \hat{z} puede transmitir y recibir ondas

verticalmente polarizadas (el campo eléctrico ha de variar en una dirección perpendicular al suelo). Así, la antena no podrá recibir una onda polarizada horizontalmente (paralela al suelo) y se dice entonces que la antena no es capaz de trabajar con ondas de polarización cruzada. Esto mismo se aplica al resto de polarizaciones. Por ejemplo, una antena que use polarización circular a derechas no podrá recibir una onda polarizada circularmente a izquierdas. Si dos antenas no utilizan la misma polarización, sufrirán una pérdida de potencia (desacoplo de potencia).

Considérese un radioenlace entre el satélite y la estación terrestre. En general, el sistema de referencia de la nave no ha de coincidir necesariamente con el de la antena terrestre. En el caso de trabajar con antenas linealmente polarizadas (dipolos, por ejemplo), se produciría un desacoplo de potencia porque las antenas no se encuentran paralelas. Se podría pensar en ajustar el sistema de referencia de la antena terrestre al del satélite para alinear ambas antenas, pero una forma más fácil de solucionar el problema consiste en usar polarización circular. Además, aunque se consiguiese la alineación total entre las dos antenas, la onda linealmente polarizada no llegaría con la misma dirección con la que fue emitida. Ello es debido a que la dirección de polarización se altera cuando la onda atraviesa la ionosfera. Este fenómeno es conocido como rotación Faraday y se manifiesta para frecuencias menores que 1 GHz. Sin embargo, el fenómeno no afecta a las ondas circularmente polarizadas y llegan a su destino con la misma polarización. Por otra parte, las antenas se suelen compartir entre el transmisor y el receptor. Si el sistema utiliza dos polarizaciones ortogonales, una para transmitir y otra para recibir, el aislamiento entre transmisor y receptor se aumenta de forma considerable.

3.4.4 RESISTENCIA DE RADIACION

No toda la potencia suministrada a una antena se irradia. Parte de ella se convierte en calor y se disipa. La resistencia de radiación es un poco "irreal", en cuanto a que no puede ser medida directamente. La resistencia de radiación es una resistencia de la antena y es igual a la relación de la potencia radiada por la antena al cuadrado de la corriente en su punto de alimentación. Matemáticamente, la resistencia de radiación es:

$$R_r = P / i^2$$

Donde: R_r = Resistencia de radiación (ohms)

P = Potencia radiada por la antena (Watts)

I = Corriente de la antena en el punto de alimentación (Amperes)

La resistencia de radiación es la resistencia que, si reemplazara la antena, disiparía exactamente la misma cantidad de potencia de la que irradia la antena. La eficiencia de antena es la relación de la potencia radiada por una antena a la suma de la potencia radiada y la potencia disipada o la relación de la potencia radiada y la potencia disipada o la relación de la potencia radiada por la antena con la potencia total de entrada.

3.4.5 SISTEMAS DE DIVERSIDAD

Los sistemas de diversidad se utilizan para reducir la distorsión conocida como pérdidas por multitrayecto debido a reflexiones. Utiliza dos antenas idénticas separadas por muy poca distancia y que proporcionan cobertura a una misma área. El sistema funciona como un conmutador que selecciona una u otra antena, nunca las dos al mismo tiempo.

El receptor estará continuamente conmutando entre las escuchas de ambas antenas por paquetes válidos. Después de que llega un paquete válido, el receptor evaluará el final de la señal de sincronismo del paquete de una

antena y después conmuta a la otra antena y evalúa igualmente. Después se selecciona la mejor y se usará sólo esta antena para lo que queda de paquete.

3.4.6 INTERFERENCIAS Y RUIDO

Todos los objetos cuya temperatura está por encima del cero absoluto (0 grados Kelvin) generan ruido eléctrico en forma aleatoria debido a la vibración de las moléculas dentro del objeto. Este ruido es llamado ruido térmico. La potencia de ruido generada depende solo de la temperatura del objeto, y no de su composición. Ya que esta es una propiedad fundamental, el ruido frecuentemente definido por su temperatura equivalente de ruido. La temperatura de ruido puede darse tanto en grados Kelvin como en decibeles. A continuación se presenta una fórmula para convertir grados Kelvin a dB.

La interferencia de canales adyacentes es muy común en arreas metropolitanas donde las estaciones (de AM o FM por ejemplo) son asignadas en frecuencias muy cercanas. En esas áreas donde la congestión de canales existe, los efectos pueden ser minimizados (si las estaciones están en diferentes direcciones) usando un rotor para orientar la antena para la mínima interferencia.

El ruido se incrementa por una gran variedad de causas, naturales o artificiales.

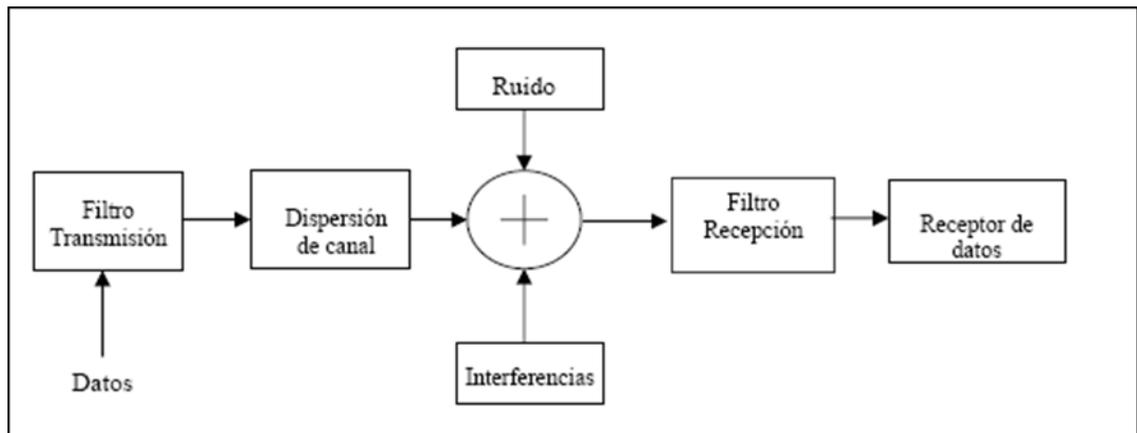


Figura 16. Interferencia y Ruido

3.4.6.1 Distorsión por intermodulación: Distorsión no lineal en un sistema caracterizada por la aparición en la salida de frecuencias que son combinaciones lineales de las frecuencias fundamentales y sus armónicos presentes en la señal de entrada.

3.4.6.2 Interferencia inter-símbolo (ISI):

La presencia de trayectos múltiples en propagación de radio es un fenómeno que se debe a las reflexiones (ecos) de las ondas sobre el suelo o los obstáculos presentes en el trayecto que une el emisor al receptor.

En transmisión digital, este fenómeno es la causa de desvanecimientos de la señal recibida, produciendo una fuerte degradación de la tasa de error; este es el fenómeno de interferencia ínter símbolo.

3.4.7 LA RELACION SEÑAL RUIDO

Uno de los mayores inconvenientes de los sistemas de radio es que, cuando se emite, no solo se emiten los datos, sino que mezclado con los datos también, se emiten ruidos. De la misma forma cuando se recibe, no solo se reciben los datos si no que también se reciben ruidos. Este hecho inevitable, incluso en los sistemas digitales, se corrige utilizando técnicas especiales de modulación, filtrado, auto correlación, etc. En cualquier caso, una transmisión se recibirá mejor cuando más potente sea la señal de los datos en comparación con los ruidos. Al resultado de dividir el valor de la fuerza del ruido se le conoce como relación señal/ruido; evidentemente cuanto mayor sea este valor mejor será la comunicación.

El valor de la relación señal/ruido se expresa generalmente en decibelios (dB). El valor de decibelios tiene una escala exponencial. Esto quiere decir que, por

ejemplo 10 dB indica que la señal tiene 10 veces más potencia que el ruido, mientras que 20 dB indica, no 20 veces, sino 100 veces más potencia.

3.5 WLAN

Las redes de área local inalámbricas (WLANs) constituyen en la actualidad una solución tecnológica de gran interés en el sector de las comunicaciones inalámbricas de banda ancha. Estos sistemas se caracterizan por trabajar en bandas de frecuencia exentas de licencia de operación, lo cual dota a la tecnología de un gran potencial de mercado y le permite competir con otro tipo de tecnologías de acceso inalámbrico de última generación como UMTS y LMDS, pues éstas requieren de un importante desembolso económico previo por parte de los operadores del servicio. Ahora bien, ello también obliga al desarrollo de un marco regulatorio adecuado que permita un uso eficiente y compartido del espectro radioeléctrico de dominio público disponible.

Originalmente las redes WLAN fueron diseñadas para el ámbito empresarial. Sin embargo, en la actualidad han encontrado una gran variedad de escenarios de aplicación, tanto públicos como privados: entorno residencial y del hogar, grandes redes corporativas, PYMES, zonas industriales, campus universitarios, entornos hospitalarios, ciber-cafés, hoteles, aeropuertos, medios públicos de transporte, entornos rurales, etc. Incluso son ya varias las ciudades en donde se han instalado redes inalámbricas libres para acceso a Internet.

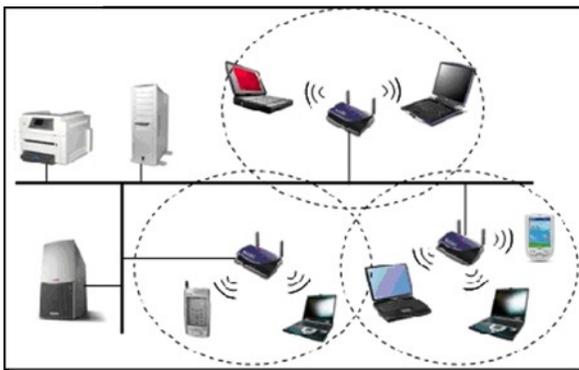


Figura 17. Redes Inalambricas

Básicamente, una red WLAN permite reemplazar por conexiones inalámbricas los cables que conectan a la red los PCs, portátiles u otro tipo de dispositivos, dotando a los usuarios de movilidad en las zonas de cobertura alrededor de cada uno de los puntos de acceso, los cuales se encuentran interconectados entre sí y con otros dispositivos o servidores de la red cableada. Entre los componentes que permiten configurar una WLAN se pueden mencionar los siguientes: terminales de usuario o Clientes (dotados de una tarjeta interfaz de red que integra un transceptor de radiofrecuencia y una antena), puntos de acceso y controladores de puntos de acceso, que incorporan funciones de seguridad, como autorización y autenticación de usuarios, firewall, etc.



Figura 18 . Equipos de red Inalambrica

El futuro de la tecnología WLAN pasa necesariamente por la resolución de cuestiones muy importantes sobre seguridad e interoperabilidad, en donde se centran actualmente la mayor parte de los esfuerzos. Sin embargo, desde el punto de vista de los usuarios, también es importante reducir la actual confusión motivada por la gran variedad de estándares existentes.

3.5.1 Operativa básica en una Wlan

Las 2 operativas más importantes que se producen en el funcionamiento de una WLAN son el método utilizado por una estación para conectarse a una celda y el soporte de roaming entre APs.

3.5.2 Conexión a una celda:

Existen 3 momentos en que una estación necesitará acceder a un BSS: después del encendido, al finalizar el sleep-mode o cuando entra en el área del BSS.

La estación precisa obtener información de sincronización del AP (configuración en modo infraestructura) o de otra estación (configuración en modo independiente). La estación puede utilizar dos métodos para obtener esta información:

3.5.2.1 Active Scanning – En este método la estación trata de localizar el AP transmitiendo tramas de petición de sondeo, quedando a la espera de paquetes de respuesta de sondeo desde el AP.

3.5.2.2 Passive Scanning – En este método la estación se queda a la espera de recibir una trama Beacon del AP(acces point). La trama Beacon contiene la información de sincronización y proporciona a la estación la información que necesita.

El método utilizado por la estación dependerá de su consumo de energía y su propia operativa.

3.5.2.3 Itinerancia o Roaming:

Siempre que la red inalámbrica disponga de más de una celda es posible para los clientes inalámbricos desplazarse entre las áreas de cobertura de cada uno de ellos sin perder la conexión. Se entiende por Roaming el proceso de movimiento desde una celda o BSS a otra, sin pérdida de conexión.

El 802.11 no define explícitamente cómo debe ser implementado el roaming, pero define los métodos básicos para hacerlo posible. Esto incluye active/passive scanning y el proceso de reasociación; donde la estación que hace roaming desde un AP a otro, pasa a estar asociada al nuevo.

Para hacer posible el roaming las áreas de cobertura definidas por las celdas deben solaparse ligeramente. Si no hay solapamiento, al desplazarnos de un área a otra perderemos la conexión, aunque la recuperaremos de nuevo automáticamente al entrar en el área de cobertura de otro AP. (Acces point)

Para que el Roaming sea posible, todas las estaciones base deben utilizar el mismo nombre de red SSID y las mismas claves de encriptación WEP(protocolo de encriptación).

La legislación Europea permite la utilización de los Canales 1-13 de los definidos en el Estándar IEEE 802.11b. Para evitar la interferencia entre canales adyacentes, las estaciones base contiguas deben utilizar frecuencias separadas al menos 5 canales, por ejemplo:

1, 6, 11 ó bien

2, 7, 12 ó bien 3, 8, 13

Esta separación supone que un punto del espacio debe ser cubierto simultáneamente por un máximo de 3 estaciones base para evitar las interferencias con los canales adyacentes. Así, para cubrir áreas extensas con acceso inalámbrico, se deberá elegir una ubicación adecuada para cada estación base, utilizando una división del espacio por triangulación.

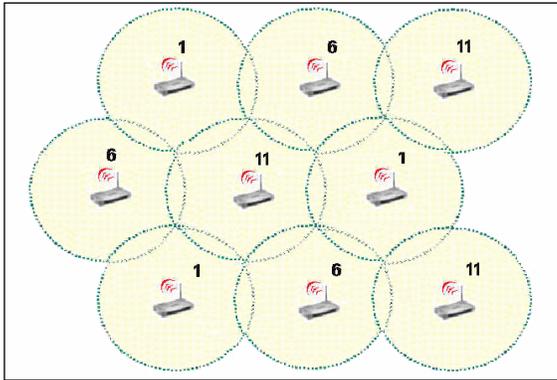


Figura 19. Cobertura completa con triangulación

3.5.3 Proceso de autenticación y asociación:

Una vez que la estación ha localizado un AP y decide unirse a su BSS, debe iniciar un proceso de autenticación. Este proceso consiste en un intercambio de información una contraseña predefinida.

3.5.3.1 Asignación del espectro Radioeléctrico:

Como toda tecnología de radio, el WLAN utiliza espectro radioeléctrico, recurso escaso cuyo uso y asignación son globalmente regulados por diferentes organismos de ámbito internacional y nacional. La tecnología WLAN trabaja en las bandas de frecuencias de 2,4 y 5 GHz.

La banda de frecuencia de 2,4 GHz se encuentra dentro de las asignadas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU–Internacional Telecommunication Unión) para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ISM –Industrial, Scientific and Medical). Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas de frecuencia deben aceptar la interferencia resultante de estas aplicaciones, no pudiendo reclamar protección ni causar ellos mismo interferencia alguna. Las aplicaciones típicas son redes de área local inalámbricas, conexión de periféricos de

ordenadores y datos en general, siempre para auto prestación.

En cuanto a la banda de 5 GHz, en Europa, la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) asignó en 1999 las bandas A y B para uso de WLAN, limitando el uso en la banda A, que se comparte con el Servicio Fijo por Satélite, al interior de los edificios. Asimismo, estableció el uso de mecanismo de selección dinámica de frecuencia (DFS) en al menos 330 MHz si se usan ambas bandas y en 255 MHz si sólo se usa la B, y el uso de mecanismos de control de potencia transmitida (TPC).

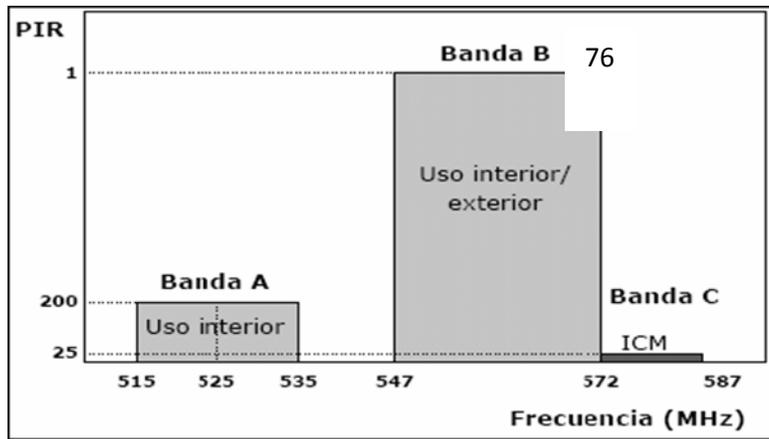


Figura 20. Asignación de la CEPT para la banda de 5 GHz.

La CEPT asignó la banda de 5725-5875 MHz para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM), como ocurre con la de 2,4 GHz. La banda de 5 GHz ha sido objeto de discusión en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, CMR2003 [CMR03]. La armonización global del espectro disponible para el uso de WLAN es fundamental en un escenario en el que existen diferencias considerables en cuanto al uso y potencias máximas de transmisión que los distintos países permiten.

País \ MHz	5150-5250	5250-5350	5470-5725	5725-5875
USA	50 mW interior	250 mW	No permitida	1 W
Australia	200 mW	200 mW interior	No permitida	1 W
Francia	200 mW	200 mW / 100 mW	No permitida	No permitida
Alemania	200 mW	200 mW	1 W	No permitida
Reino Unido	200 mW	200 mW interior	1 W	En discusión
Países Bajos	200 mW	200 mW	1 W	No permitida
España	200 mW / 120 mW	200 mW interior	1 W	No permitida

Tabla 5. Comparativa asignación del espectro WLAN en la banda 5 GHz

Como conclusiones de la CMR 2003 [CMR03], se ha resuelto la utilización de las bandas de 5150-5250, 5250-5350 y 5470-5725 MHz para la implementación de sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local (WLAN).

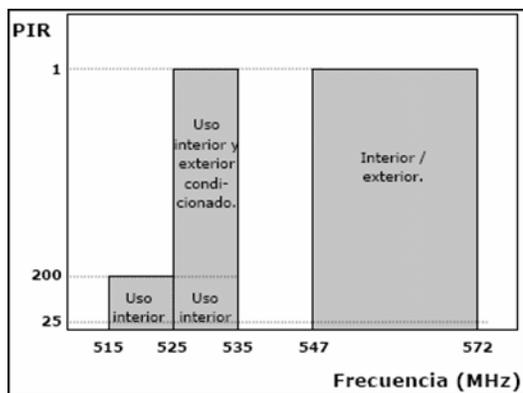


Figura 21. Conclusiones de la CMR-2003 en la banda de 5 GHz.

Respondiendo a la petición conjunta de los países europeos, se limita el uso de la banda de 5150-5250 a interior y se pide a las administraciones que tomen las medidas adecuadas para que la mayoría de las estaciones de 5250-5350 funcionen asimismo en interior, debido a que el uso exterior podría interferir con satélites, radares y sistemas de aeronavegación. La ITU continuará trabajando sobre técnicas de atenuación para evitar incompatibilidades y en la prueba de procedimientos de aplicación de selección dinámica de frecuencia (DFS).

3.6 CLASIFICACION DE REDES INHALAMBRICAS

Un tipo muy particular de red de área local, son las denominadas intranets, éstas redes se utilizan para conectar pequeñas subredes entre si Desde el punto de vista de alcance, una red se clasifica según la distancia a la que se extiende y del alcance global con que se puede analizar.

3.6.1 Redes Punto a Punto: Una red punto a punto es aquella para la que siempre dos terminales están unidas por una línea o cable no compartido tal que su uso es dedicado sólo a esas dos terminales.

3.6.2 Topologías

Se denomina topología a la forma geométrica en que están distribuidas las estaciones de trabajo y los cables que las conectan. Las estaciones de trabajo de una red se comunican entre sí mediante una conexión física, y el objeto de la topología es buscar la forma más económica y eficaz de conectarlas para, al mismo tiempo facilitar la fiabilidad del sistema, evitar los tiempos de espera en la transmisión de los datos, permitir un mejor control de la red y permitir de forma eficiente el aumento de las estaciones de trabajo.

Las topologías que soporta esta clasificación son:

3.6.3 Topología de Anillo: conecta a cualquier terminal, únicamente con sus dos destinos más próximos mediante una línea dedicada, de tal forma que la última de las terminales se conecta con la primera de ellas por uno de los extremos, formando así un ciclo o un anillo a través del cual fluye la información cuando las terminales se comunican. La comunicación en un anillo es unidireccional o simplex, y viaja de terminal a terminal hasta que encuentra su destino y regresa a su

origen. Tiene la desventaja de que cualquier fallo entre alguna de las líneas dedicadas genera una falla letal en la red.

3.6.4 Topología en Estrella: Ésta topología conecta a todas las terminales entre sí, aunque no en forma directa. Para ello utiliza un elemento que organiza el flujo de la información en la red mediante switcheos que conectan al terminal destino con el terminal origen. A éste elemento se le conoce cómo concentrador y su tarea debe ser invisible a las terminales que se comunican. La ventaja de la topología de estrella, es que es más robusta que la topología de anillo, ya que si falla una terminal, el resto sigue funcionando. La desventaja es que si falla el concentrador entonces irremediablemente fallará toda la red.

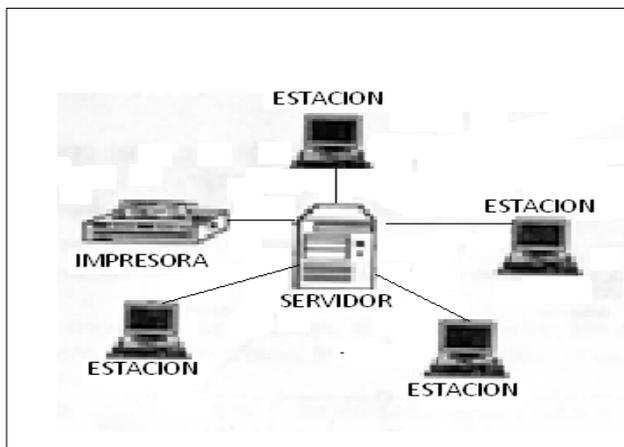


Figura 22 configuraciones en estrella simple

Permite incrementar y disminuir fácilmente el número de estaciones. Si se produce un fallo en una de ellas no repercutiría en el funcionamiento general de la red, si se produce un fallo en el servidor, la red completa se vendrá. Tiene un tiempo de respuesta rápido en las comunicaciones de las estaciones con el servidor y lenta en las comunicaciones entre las distintas estaciones de trabajo.

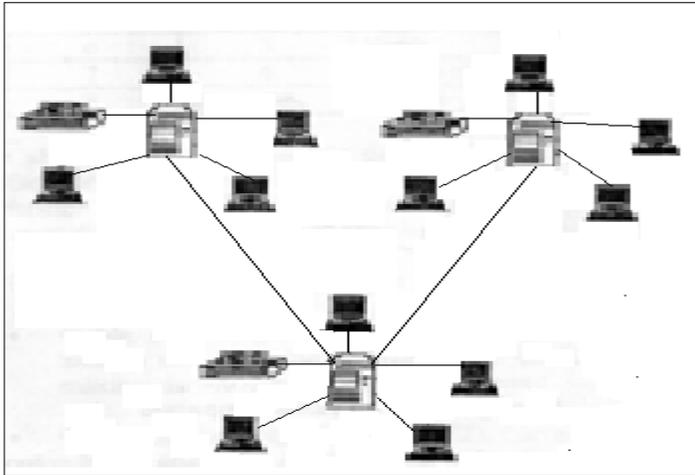


Figura 23. Configuración en estrella compuesta

No es muy conveniente para grandes instalaciones y su corte es caro debido a la gran cantidad de cableado y a la complejidad de la tecnología que se necesita para el servidor el servidor. La utiliza la arquitectura STARLAN de ATT o Snet.

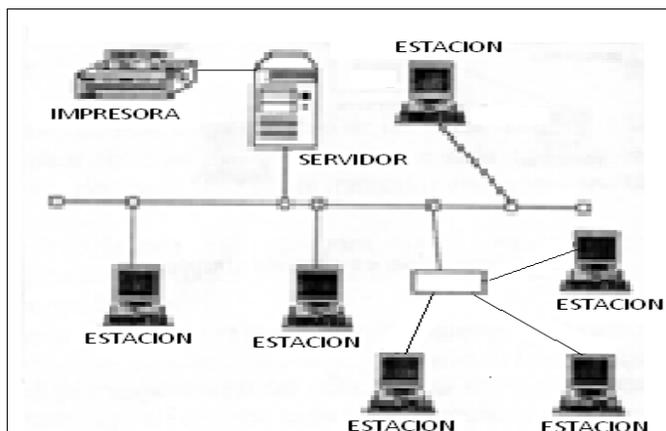


Figura 24. Configuración mixta estrella/ bus

3.6.5 Configuración mixta en estrella/bus: En esta configuración mixta, un multiplexor de señal ocupa el lugar del ordenador central de la configuración en estrella, estando determinadas estaciones de trabajo conectadas al, y otras conectadas en bus junto con los multiplexores.

Esta red ofrece ventajas en edificios que cuentan con grupos de trabajo separados por grandes distancias: la utiliza la arquitectura ARCNET.

3.6.6 Topología de Árbol: Una topología derivada de la topología de estrella es la topología de árbol. En ésta lo que se tiene, son diferentes estrellas conectadas entre, sí utilizando concentradoras como elemento de interconexión. Algunas de estas estrellas tienen más prioridad que otras y así es posible encausar la información a través de diferentes estrellas.

3.6.7 Topología en Malla: Para ésta última se busca tener conexión física entre todas las terminales de la red. Utilizando conexiones punto a punto, esto permitirá que cualquier terminal se comunique con otras terminales de forma paralela si fuera necesario. La principal ventaja es que este tipo de redes difícilmente falla, pues Si alguna de estas líneas fallara aún así se podrían encontrar otras rutas para lograr la información.



Figura 25 configuraciones en malla

3.6.7.1 Ventajas de topología en malla

Una malla ofrece varias ventajas sobre otras topologías de red. En primer lugar, el uso de los enlaces dedicados garantiza que cada conexión sólo debe transportar la carga de datos propia de los dispositivos conectados, eliminando el problema que surge cuando los enlaces son compartidos por varios dispositivos. En segundo lugar, una topología en malla es robusta. Si un enlace falla, no inhabilita todo el sistema.

Otra ventaja es la privacidad o la seguridad. Cuando un mensaje viaja a través de una línea dedicada, solamente lo ve el receptor adecuado. Las fronteras físicas evitan que otros usuarios puedan tener acceso a los mensajes

3.6.8 Redes Multipunto: En una red multipunto sólo existe una línea de comunicación cuyo uso está compartido por todas las terminales en la red. La información fluye de forma bidireccional y es discernible para todas las terminales de la red. Lo típico es que en una conexión multipunto las terminales compiten por el uso del medio (línea) de forma que el primero que lo encuentra disponible lo acapara, aunque también puede negociar su uso.

3.6.9 Topología de Bus: Los buses lineales son quizás la topología más utilizadas para redes de área local, también son las más baratas y una de las más conflictivas. Consiste en conectar todas las terminales a una línea común, utilizando para ello un dispositivo llamado Tap, además de un segundo cable auxiliar (drop line) que conecta a la terminal al Tap y éste a su vez a la línea compartida. También en los extremos del bus se requieren dos elementos terminadores.

3.6.10 Redes de área local (LAN): En esta categoría se encuentran tipos básicos de red. Su alcance es de tan sólo unos cientos de metros, los suficientes

como para conectar el equipo de cómputo de un mismo edificio o de un mismo campus universitario. Éstas son mantenidas y administradas por el mismo propietario de la red.

También utilizan las topologías antes estudiadas. Debido a su corto alcance también suelen tener las velocidades más elevadas llegando inclusive a los 100 Mbps. Habría que señalar que pudiera tener incluso diferentes topologías, y lo hacen al estilo de una red amplia.

3.6.11 Redes de área metropolitana (MAN): Tenemos que si el alcance de la red es a nivel, municipal entonces se tiene una red tipo MAN (Metropolitan Area Network). La idea de una red de área amplia es conectar equipos de cómputo a través de líneas privadas o públicas que son propiedad de alguna empresa privada o gubernamental como compañías telefónicas o de TV por cable. Utilizan protocolos para redes de área local y son administradas y mantenidas por la compañía dueña de las líneas.

3.6.12 Redes de área amplia (WAN): Las redes de área amplia conectan equipos distantes entre sí, su alcance es de kilómetros, típicamente de alcance global. A diferencia de las redes LAN y MAN, este tipo de redes no tienen un administrador en particular, más bien son mantenidas por los mismos usuarios quienes prestan sus recursos (que pueden ser dispositivos de interconexión como ruteadores, puentes, etc.) para conectar redes privadas con el resto del mundo.

3.6.13 Redes Inalámbricas: Las redes inalámbricas se toman como una categoría aparte porque no utilizan un medio físico de conexión, y por lo tanto no tienen los mismos límites que las tres categorías anteriores. El principal medio de transmisión son las ondas electromagnéticas que viajan a través del aire en forma de microondas, se utilizan antenas y satélites como elementos de interconexión;

tienen un alcance global y local, son de uso privado con velocidades de transmisión extremadamente altas pero muy susceptibles a las interferencias.

3.6.13.1 Factores en la propagación inalámbrica:

La Figura 26 representa una perspectiva general de cuáles son los factores más importantes que afectan a la cobertura inalámbrica, y aunque en las imágenes aparezcan un punto de acceso WLAN y un portátil, son aplicables a cualquier modelo de propagación; aunque como veremos más adelante, algunos fenómenos se producen en mayor medida en redes

 <p>PUNTO DE ACCESO</p>		 <p>PC CARD</p>
<p>Tipo de Antena</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganancia ▪ Patrón de radiación ▪ Efectos de la radiación ▪ Pérdidas <p>Ubicación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura ▪ Ángulo ▪ Polarización <p>Otros aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Receptor RAKE ▪ Ecuilibradores ▪ Técnica de modulación ▪ Movimiento 	<p>Obstáculos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penetración ▪ Reflexión ▪ Difracción ▪ Refracción ▪ Dispersión <p>Pérdidas de propagación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distancia ▪ Frecuencia <p>Interferencias</p> <p>Ruido</p>	<p>Tipo de Antena</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganancia ▪ Patrón de radiación ▪ Efectos de la radiación ▪ Pérdidas <p>Ubicación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Altura ▪ Ángulo ▪ Polarización <p>Otros aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Receptor RAKE ▪ Ecuilibradores ▪ Técnica de modulación ▪ Movimiento

indoor

Figura 26. Factores que afectan a la cobertura

3.6.13.2 Redes inalámbricas personales:

Dentro del ámbito de estas redes podemos integrar a dos principales actores:

1. En primer lugar y ya conocido por bastantes usuarios están las redes que se usan actualmente mediante el intercambio de información mediante infrarrojos.

Estas redes son muy limitadas dado su corto alcance, necesidad de "visión sin obstáculos" entre los dispositivos que se comunican y su baja velocidad (hasta 115 Kbps). Se encuentran principalmente en ordenadores portátiles, PDAs (Agendas electrónicas personales), teléfonos móviles y algunas impresoras.

2. En segundo lugar el Bluetooth, estándar de comunicación entre pequeños dispositivos de uso personal, como pueden ser los PDAs, teléfonos móviles de nueva generación y algún que otro ordenador portátil. Su principal desventaja es que su puesta en marcha se ha ido retrasando desde hace años y la aparición del mismo ha ido plagada de diferencias e incompatibilidades entre los dispositivos de comunicación de los distintos fabricantes que ha imposibilitado su rápida adopción. Opera dentro de la banda de los 2'4 GHz

3.7 EVOLUCION HISTORICA DE LAS WLAN

A pesar de su importancia, desde un punto de vista tecnológico y estratégico (el paso de la telefonía móvil a la computación móvil, las perspectivas de un multimedia móvil o la banda ancha en el contexto móvil), el mercado de WLAN ha evolucionado muy lentamente, sin obedecer a las expectativas generadas en los últimos años, que hablaban de importantes crecimientos de negocio. Esto se ha debido, entre otros motivos, a los propios problemas que siempre conlleva el nacimiento de una tecnología: los desequilibrios entre la oferta y la demanda y la debilidad del modelo de relaciones, asociado, los problemas de excelencia de la

propia tecnología (las prestaciones de los productos o servicios), los precios, normalmente elevados, y la ausencia de normas.



Figura 27. Evolucion historica de las WLAN

Sin embargo, parece que ahora el panorama podría cambiar realmente. Se finalizaron los trabajos relativos a la norma IEEE 802.11 para redes locales inalámbricas, con lo cual se tiene ya una norma que introduce un factor de estabilidad e interoperatividad. En este sentido es de presumir que la actitud de espera mantenida por la industria hasta ahora respecto a estas tecnologías, que genera un retraimiento general tanto de la oferta como de la demanda, quedará considerablemente debilitada. Además, la existencia de una normativa coherente constituye un factor importante para su desarrollo debido a la gran cantidad de técnicas, tecnologías y normas existentes en el ámbito de las comunicaciones móviles y la consiguiente complejidad inherente a la universalidad en las comunicaciones. En este contexto, la norma ayuda a la tecnología a encontrar su posición en el mercado, pues se trata de tecnologías fuertemente sensibles a la estandarización y la regulación.

La norma recientemente publicada IEEE 802.11 no está exenta de cierta polémica. Algunos sectores argumentan que el enfoque de esta norma limita las prestaciones y las posibilidades de mejora de la tecnología, limitaciones que impiden la

generación de soluciones potentes en ancho de banda como el soporte a multiaplicaciones concurrentes.

Otros argumentos se refieren a la ausencia de esquemas de modulación avanzados como QAM (Quadrature Amplitude Modulation) o a problemas de interoperatividad entre sistemas basados en esquemas DS (Direct Sequence) y en FH (Frequency Hopping). En cualquier caso, es realmente previsible una mejora notable de las prestaciones y de los precios, lo que unido a actuaciones como las del recientemente constituido Wireless LAN Interoperability Forum para promover y ayudar a verificar y certificar la inter-operatividad de productos, ha generado predicciones en torno a crecimientos anuales del 45 por ciento, hasta alcanzar 500 millones de dólares en el año 2000. De todas formas, lo que sí es indudable es que el mercado WLAN, aunque con sus propias peculiaridades, va a seguir la misma línea que el mercado de las comunicaciones móviles en general, fundamentalmente porque se tiende a la unificación de los sistemas para obtener un sistema universal en el que la WLAN es un importante eslabón. En este sentido se puede decir que, en términos generales, se espera un crecimiento más bien importante para las comunicaciones móviles o "wireless", desde un punto de vista global para los próximos cinco años. La situación frente al cable se puede estimar más bien de complemento, apoyo o cooperación que de pura competencia, por lo menos a medio plazo. Esto es debido fundamentalmente a que, desde un punto de vista puramente técnico y de momento, parece difícil conseguir la velocidad/ancho de banda que proporcionan las soluciones basadas en cable. A esto hay que añadir los importantes movimientos que se están produciendo en la industria del cable para hacerse con parcelas importantes de mercado hacia una tecnología multimedia interactiva. Aparece la TV por cable con sus servicios asociados conocidos como la banda ancha residencial que está dando lugar a que se hable ya de las autopistas del cable, un mercado también emergente y, por tanto, no exento de riesgos pero que ofrece perspectivas realmente importantes.



Figura 28. Radio frecuencia

Los esfuerzos en el ámbito de la radiofrecuencia también se orientan a conseguir este multimedia interactivo al que se asociaría, lógicamente, la ventaja inherente a este tipo de comunicaciones es la movilidad. Es interesante citar un proyecto en esta línea, Teledesic, un sistema basado en una constelación de satélites LEO para proporcionar servicios de banda ancha. El hacer un estudio para la predicción de la evolución de estas tecnologías cae, obviamente, fuera del contexto de este informe por su magnitud y complejidad, pero, sin embargo, sí se puede apuntar como una realidad fuera de discusión que la tecnología basada en radiofrecuencia, aunque sea realmente atractiva por el factor de la movilidad asociada, por otra parte es más compleja que la tecnología del cable, porque el entorno en el que se desarrolla la radiofrecuencia, es decir, el espacio libre, es cambiante, sujeto a factores externos al propio sistema de transmisión, vulnerable y, consecuentemente, difícil de predecir y controlar lo que genera un factor de incertidumbre en este contexto que no existe en el cable.

Además la tecnología radio no tiene el "background" histórico del cable, lo que también ayuda a aumentar las dificultades. Sin embargo, la existencia de

dificultades no constituye un factor absolutamente decisivo para predecir la evolución de un proyecto o tecnología, sino que estos factores se apoyan más bien en la excelencia de la planificación, estrategia y gestión de los trabajos, así como del equipo humano asociado.

18 años de historia: El origen de las LAN inalámbricas (WLAN) se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimento realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistía en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados, publicados en el volumen 67 de los Proceedings del IEEE, puede considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema del "spread-spectrum"(frecuencias altas), siempre a nivel de laboratorio.

En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la agencia federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en "spread-spectrum". IMS es una banda para uso comercial sin licencia: es decir, el FCC simplemente asigna la banda y establece las directrices de utilización, pero no se involucra ni decide sobre quién debe transmitir en esa banda.

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria: ese respaldo hizo que las WLAN empezara a dejar ya el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN operativas que superaban la velocidad de 1 Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

3.7.1 EXTENSIONES DE ESTANDARES INALAMBRICAS

802.11d	Internacionalización	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	Mejora de la calidad del servicio	El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la capa de enlace de datos. El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
802.11f	Itinerancia	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como itinerancia.
802.11h		El estándar 802.11h tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la h de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.

802.11i		El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
----------------	--	---

Tabla 6 Extensiones de estándares Inalámbricas

3.7.2 AMBITO DE APLICACIONES DE LAS TECNOLOGIAS WLAN

Pero en actualidad las redes WLAN han encontrado una gran variedad de nuevos escenarios de aplicación tanto en el ámbito residencial como en entornos públicos, más allá de su origen corporativo. Estas nuevas aplicaciones son:

3.7.2.1 Escenario Residencial: Una línea telefónica terminada en un router ADSL al cual se conecta un AP para formar una red WLAN que ofrece cobertura a varios ordenadores en el hogar.

3.7.2.2 Redes Corporativas: Una serie de Puntos de Acceso distribuidos en varios áreas de la empresa conforman una red WLAN autónoma o complementan a una LAN cableada. Son aplicaciones de alta densidad tráfico con altas exigencias de seguridad.

3.7.2.3 Acceso público a Internet desde cafeterías, tiendas, etc. En estos establecimientos se ofrece a los clientes una tarjeta inalámbrica (NIC) que permiten acceso a Internet desde sus propios portátiles o PDA'a. Es un escenario de acceso, involucrando un bajo número de Puntos de Acceso, parecido al residencial, pero que necesita mayores funcionalidades en el núcleo de red.

3.7.2.4 Acceso público de banda ancha en entornos rurales, hoteles, campus universitarios. En general este escenario necesita múltiples Puntos de Acceso para garantizar la cobertura del área considerada.

Es necesario distinguir entre dos tipos de redes: las redes sin ánimo de lucro o redes libres que ofrecen un servicio gratuito a una comunidad. En España hay múltiples ejemplos de redes libres siendo el espacio formado por Alcalá de Henares y Guadalajara, la zona con mayor profusión de Puntos de Acceso. El otro tipo de redes son las redes que ofrecen servicios de pago a clientes que residen o transitan por la zona de cobertura. Las redes públicas son del tipo de pago por servicios siempre hay un operador de telecomunicaciones detrás de su gestión. Un operador establecido (especialmente los móviles) dispone de gran parte de la infraestructura necesaria para ofrecer un servicio de amplia cobertura. Actualmente existen varios tipos de operadores actuando en el sector WLAN: Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura local de banda ancha en pueblos o en pequeñas ciudades utilizando WLAN. Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura nacional en los puntos de alta densidad de tráfico conocidos como "hot spots".

3.7.2.5 WLAN para cobertura de "Hot Spots". Estas redes cubren áreas donde se concentra un gran número de usuarios de alto tráfico como son aeropuertos, estaciones de ferrocarril, centros de congresos, etc. La red a instalar requiere un elevado número de Puntos de Acceso así como importantes exigencias de seguridad, gestión de red, facilidades de facturación, etc.

3.7.2.6 Acceso a Internet desde medios públicos de transporte. Algunas compañías ferroviarias quieren ofrecer acceso de banda ancha desde sus trenes en movimiento, compañías aéreas que ofrecen acceso a Internet desde sus vuelos intercontinentales o incluso compañías de autobuses urbanos. En mucho de estos

casos la solución está basada en un acceso Wi-Fi en el interior del avión que termina un enlace vía satélite con la red Internet. En las otras aplicaciones Wi-Fi forma parte tanto de la red de acceso como de la solución de transporte hacia la red fija.

3.8 VENTAJAS SOBRE LAS LAN CABLEADAS

Las redes LAN inalámbricas (WLAN) ofrecen diversas ventajas sobre las redes LAN convencionales (Ethernet, Token-Ring, fibra óptica) porque pueden ser móviles. Los beneficios son evidentes para computadoras portátiles y computadoras de escritorio, dado que el usuario puede verdaderamente trasladarse de un punto a otro y permanecer conectado a la red LAN y a sus recursos.

Los beneficios para el mercado de computadoras de escritorio, sistemas de empresas y servidores no son tan evidentes. La red puede establecerse sin incurrir en los gastos y las exigencias de colocar cables e instalar conectores en paredes. Además, las redes inalámbricas son flexibles, dado que las máquinas de escritorio pueden cambiarse de lugar sin ningún trabajo de infraestructura. Esto resulta particularmente útil al instalar sitios temporales o al trabajar en lugares "fijos" que periódicamente cambian de ubicación, tales como las empresas que se trasladan a otra oficina más grande cuando exceden la capacidad de sus instalaciones actuales.

Hasta la disponibilidad de la norma IEEE 802.11 (que define El Control de Acceso al Medio y las características de la Capa Física, específicas para LAN Inalámbricas), las únicas soluciones de redes inalámbricas disponibles eran dispositivos de diseño original y baja velocidad. Esta norma estableció un sistema de 2Mbps en 1997. La ampliación IEEE 802.11b, aprobada en 1999, aumentó la velocidad a 11 Mbps. Esto ofrece aproximadamente la misma gama de rendimiento que una tarjeta Ethernet de 10 Mbps. La norma IEEE 802.11a está siendo considerada, y podría aumentar la velocidad hasta 25 Mbps o más.

3.8.1 INCONVENIENTES

Los inconvenientes que tienen las redes de este tipo se derivan fundamentalmente de encontrarnos en un periodo transitorio de introducción, donde faltan estándares, hay dudas que algunos sistemas pueden llegar a afectar a la salud de los usuarios, no está clara la obtención de licencias para las que utilizan el espectro radioeléctrico y son muy pocas las que presentan compatibilidad con los estándares de las redes fijas

3.8.2 CAPAS DEL IEEE 802.11

3.8.2.1 Capa Física (capa 1): La Capa Física del modelo de referencia OSI es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico (medios guiados: cable coaxial, cable de par trenzado, fibra óptica y otros tipos de cables; medios no guiados: radio, infrarrojos, microondas, láser y otras redes inalámbricas); características del medio (p.e. tipo de cable o calidad del mismo; tipo de conectores normalizados o en su caso tipo de antena; etc.) y la forma en la que se transmite la información (codificación de señal, niveles de tensión/intensidad de corriente eléctrica, modulación, tasa binaria, etc.)

Es la encargada de transmitir los bits de información a través del medio utilizado para la transmisión. Se ocupa de las propiedades físicas y características eléctricas de los diversos componentes; de la velocidad de transmisión, si ésta es uní o bidireccional (símplex, dúplex o full-dúplex). También de aspectos mecánicos de las conexiones y terminales, incluyendo la interpretación de las señales eléctricas/electromagnéticas.

Se encarga de transformar una trama de datos proveniente del nivel de enlace en una señal adecuada al medio físico utilizado en la transmisión. Estos impulsos

pueden ser eléctricos (transmisión por cable) o electromagnéticos (transmisión sin cables). Estos últimos, dependiendo de la frecuencia / longitud de onda de la señal pueden ser ópticos, de micro-ondas o de radio. Cuando actúa en modo recepción el trabajo es inverso; se encarga de transformar la señal transmitida en tramas de datos binarios que serán entregados al nivel de enlace.

Sus principales funciones se pueden resumir como:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la comunicación: cable de pares trenzados (o no, como en RS232/EIA232), coaxial, guías de onda, aire, fibra óptica.
- Definir las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas/electromagnéticas
- Especificar cables, conectores y componentes de interfaz con el medio de transmisión, polos en un enchufe, etc.
- Garantizar la conexión (aunque no la fiabilidad de ésta)
-

3.8.2.2 Capa de Enlace de Datos (capa 2): Cualquier medio de transmisión debe ser capaz de proporcionar una transmisión sin errores, es decir, un tránsito de datos fiable a través de un enlace físico. Debe crear y reconocer los límites de las tramas, así como resolver los problemas derivados del deterioro, pérdida o duplicidad de las tramas. También puede incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor. La capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

Se hace un direccionamiento de los datos en la red ya sea en la distribución adecuada desde un emisor a un receptor, la notificación de errores, de la topología de la red de cualquier tipo. La tarjeta NIC (Network Interface Card, Tarjeta de Interfaz de Red en español o Tarjeta de Red) que se encarga que tengamos conexión, posee una dirección MAC (control de acceso al medio) y la LLC (control de enlace lógico). Los Switches realizan su función en esta capa.

3.8.2.3 Capa de Red (capa 3): El cometido de la capa de red es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, aun cuando ambos no estén conectados directamente. Los dispositivos que facilitan tal tarea se denominan en castellano encaminadores, aunque es más frecuente encontrar el nombre inglés routers y, en ocasiones enrutadores.

Adicionalmente la capa de red lleva un control de la congestión de red, que es el fenómeno que se produce cuando una saturación de un nodo tira abajo toda la red (similar a un atasco en un cruce importante en una ciudad grande). La PDU de la capa 3 es el paquete.

Los routers trabajan en esta capa, aunque pueden actuar como switch de nivel 2 en determinados casos, dependiendo de la función que se le asigne. Los firewalls actúan sobre esta capa principalmente, para descartar direcciones de máquinas.

3.8.2.4 Capa de Transporte (capa 4): Su función básica es aceptar los datos enviados por las capas superiores, dividirlos en pequeñas partes si es necesario, y pasarlos a la capa de red. En el caso del modelo OSI, también se asegura que lleguen correctamente al otro lado de la comunicación. Otra característica a destacar es que debe aislar a las capas superiores de las distintas posibles implementaciones de tecnologías de red en las capas inferiores, lo que la convierte en el corazón de la comunicación. En esta capa se proveen servicios de conexión para la capa de sesión que serán utilizados finalmente por los usuarios de la red al

enviar y recibir paquetes. Estos servicios estarán asociados al tipo de comunicación empleada, la cual puede ser diferente según el requerimiento que se le haga a la capa de transporte. Por ejemplo, la comunicación puede ser manejada para que los paquetes sean entregados en el orden exacto en que se enviaron, asegurando una comunicación punto a punto libre de errores, o sin tener en cuenta el orden de envío. Una de las dos modalidades debe establecerse antes de comenzar la comunicación para que una sesión determinada envíe paquetes, y ése será el tipo de servicio brindado por la capa de transporte hasta que la sesión finalice. De la explicación del funcionamiento de esta capa se desprende que no está tan encadenada a capas inferiores como en el caso de las capas 1 a 3, sino que el servicio a prestar se determina cada vez que una sesión desea establecer una comunicación. Todo el servicio que presta la capa está gestionado por las cabeceras que agrega al paquete a transmitir.

En resumen, podemos definir a la capa de transporte como: Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando. La PDU de la capa 4 se llama Segmentos.

3.8.2.5 Capa de Sesión (capa5): Esta capa establece, gestiona y finaliza las conexiones entre usuarios (procesos o aplicaciones) finales. Ofrece varios servicios que son cruciales para la comunicación, como son:

- Control de la sesión a establecer entre el emisor y el receptor (quién transmite, quién escucha y seguimiento de ésta).
- Control de la concurrencia (que dos comunicaciones a la misma operación crítica no se efectúen al mismo tiempo).
- Mantener puntos de verificación (checkpoints), que sirven para que, ante una interrupción de transmisión por cualquier causa, la misma se pueda

reanudar desde el último punto de verificación en lugar de repetirla desde el principio.

Por lo tanto, el servicio provisto por esta capa es la capacidad de asegurar que, dada una sesión establecida entre dos máquinas, la misma se pueda efectuar para las operaciones definidas de principio a fin, reanudándolas en caso de interrupción. En muchos casos, los servicios de la capa de sesión son parcial o totalmente prescindibles.

En conclusión esta capa es la que se encarga de mantener el enlace entre los dos computadores que estén transmitiendo archivos. Los firewalls actúan sobre esta capa, para bloquear los accesos a los puertos de un computador.

3.8.2.6 Capa de Presentación (capa6): El objetivo de la capa de presentación es encargarse de la representación de la información, de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres (ASCII, Unicode, EBCDIC), números (little-endian tipo Intel, big-endian tipo Motorola), sonido o imágenes, los datos lleguen de manera reconocible.

Esta capa es la primera en trabajar más el contenido de la comunicación que en cómo se establece la misma. En ella se tratan aspectos tales como la semántica y la sintaxis de los datos transmitidos, ya que distintas computadoras pueden tener diferentes formas de manejarlas.

Por lo tanto, podemos resumir definiendo a esta capa como la encargada de manejar las estructuras de datos abstractas y realizar las conversiones de representación de datos necesarias para la correcta interpretación de los mismos. Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. En pocas palabras es un traductor.

3.8.2.7 Capa de Aplicación (capa 7): Ofrece a las aplicaciones (de usuario o no) la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (POP y SMTP), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP). Hay tantos protocolos como aplicaciones distintas y puesto que continuamente se desarrollan nuevas aplicaciones el número de protocolos crece sin parar.

Cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente. Así por ejemplo un usuario no manda una petición "HTTP/1.0 GET index.html" para conseguir una página en HTML, ni lee directamente el código HTML/XML.

Entre los protocolos (refiriéndose a protocolos genéricos, no a protocolos de la capa de aplicación de OSI) más conocidos destacan:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol) el protocolo bajo la www
- FTP (File Transfer Protocol) (FTAM, fuera de TCP/IP) transferencia de ficheros
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) (X.400 fuera de tcp/ip) envío y distribución de correo electrónico
- POP (Post Office Protocol)/IMAP: reparto de correo al usuario final
- SSH (Secure SHell) principalmente terminal remoto, aunque en realidad cifra casi cualquier tipo de transmisión.
- Telnet otro terminal remoto, ha caído en desuso por su inseguridad intrínseca, ya que las claves viajan sin cifrar por la red.

Hay otros protocolos de nivel de aplicación que facilitan el uso y administración de la red:

- SNMP (Simple Network Management Protocol)
- DNS (Domain Name System)

3.9 COBERTURA WLAN INDOOR

Para llevar a cabo un modelo de cobertura WLAN así como para realizar una correcta planificación de su estructura, es imprescindible conocer previamente qué factores pueden intervenir en el proceso completo de intercambio de señales entre emisor y receptor.

En general los canales de propagación en interiores (indoor channels) pueden clasificarse en:

1. Canales de propagación en Línea de Visión (LOS)
2. Canales de propagación en Línea con Obstáculos (OBS)

3.9.1 Propagación de ondas radioeléctricas indoor: A continuación se describirán fenómenos relevantes para el modelado de la propagación en entornos indoor, que como hemos comentado anteriormente, tiene características especiales.

La Figura 35 muestra una típica propagación indoor en función de la potencia recibida, y en una distancia dada entre transmisor y receptor en metros.

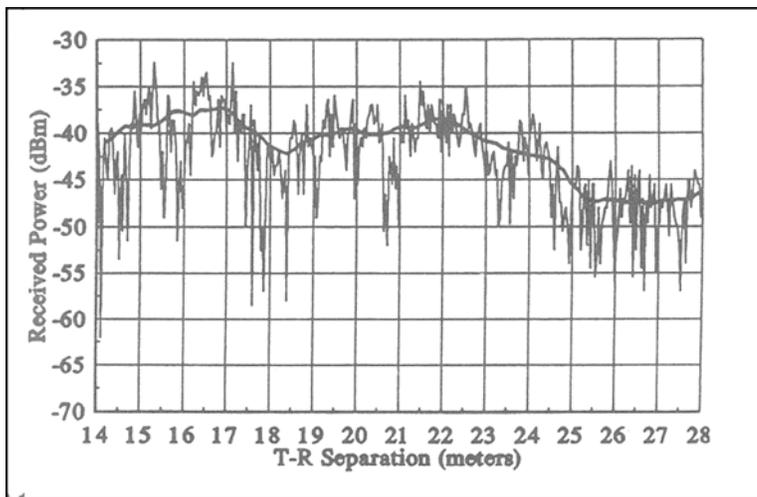


Figura 29. Potencia recibida en función de la distancia transmisor-receptor

La anterior figura ilustra cómo la potencia media recibida (línea central) varía ligeramente con la distancia (slow fading), pero existen picos de variación cuando el receptor se mueve. Pequeños cambios en la posición u orientación del receptor respecto al emisor, pueden originar grandes variaciones en la intensidad de señal recibida. No se encuentra el origen de la referencia. Algunos de los fenómenos que producen este efecto serán descritos más adelante.

CAPITULO II

4. CONCEPTOS BASICOS DE REDES Y TCP/IP

4.1 QUE ES UNA RED

Una red es un sistema de interconexión entre dos ordenadores que permite compartir recursos e información. Para ello es necesario contar además de los ordenadores correspondientes, con las tarjetas de red, los cables de conexión, los dispositivos periferico0s y el software conveniente.

Según su ubicación, se pueden distinguir varios tipos distintos en función de su extensión:

- ✓ Si se conectan todos los ordenadores dentro de un mismo edificio, se denomina **LAN (Local Área Network)**.
- ✓ Si se encuentran en edificios diferentes distribuidos dentro de la misma universidad o zona se denomina **CAN (Campus Area Network)**.
- ✓ Si se encuentra en edificios diferentes distribuidos en distancias no superiores al ámbito urbano, **MAN (Metropolitan Área Network)**.
- ✓ Si están instalados en edificios diferentes de la misma o distinta localidad, provincia o país **WAN (Wide Área Network)**.

Según la forma en que estén conectados los ordenadores, se pueden establecer varias categorías:

- ✓ **Redes sin tarjetas:** utilizan enlaces a través de los puertos serie o paralelos para transferir archivos o compartir periféricos.
- ✓ **Redes punto a punto:** un circuito punto a punto es un conjunto de medios que hacen posible la comunicación entre dos ordenadores determinados de forma permanente.

- ✓ **Redes entre iguales:** todos los ordenadores conectados pueden compartir información con los demás.
- ✓ **Redes cliente servidor:** Basadas en servidores centrales utilizando el modelo básico cliente-servidor.

4.2 VENTAJAS DE LAS REDES

Entre las ventajas de utilizar una red se encuentran:

- ✓ Posibilidad de compartir periféricos costosos como son: impresoras laser, modem, fax, etc.
- ✓ Posibilidad de compartir grandes cantidades de información a través de distintos programas, bases de datos, etc. De manera que sean más fácil su uso y actualización.
- ✓ Reduce e incluso elimina la duplicación de trabajos.
- ✓ Permite utilizar el correo electrónico para enviar o recibir mensajes de diferentes usuarios de la misma red e incluso de redes diferentes.
- ✓ Reemplaza o completa miniordenadores de forma eficiente y con un coste bastante más reducido.
- ✓ Establece enlaces con mainframes. De esta forma, un ordenador de gran potencia actúa como servidor haciendo que los recursos disponibles estén accesibles para cada uno de los ordenadores personales conectados.

Permite mejorar la seguridad y control de la información que se utiliza, permitiendo la entrada de determinados usuarios accediendo únicamente a cierta información o impidiendo la modificación de diversos datos.

Inicialmente, la instalación de una red se realiza para compartir los dispositivos periféricos u otros dispositivos de salida caros, por ejemplo las impresoras laser, fax, etc.

Pero a medida que van creciendo la red, el compartir dichos dispositivos pierden relevancia en comparación con el resto de las ventajas, las redes enlazan

también a las personas proporcionando una herramienta efectiva para la comunicación a través del correo electrónico. Los mensajes se envían instantáneamente a través de la red, los planes de trabajo pueden actualizarse tan pronto como ocurran cambios, y se puedan planificar las reuniones sin necesidad de llamadas telefónicas.

4.3 ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR

Con el paso del tiempo, los usuarios de ordenadores fueron necesitando acceder a mayor cantidad de información y de forma más rápida por lo que fue surgiendo la necesidad de un nuevo tipo de ordenador: el servidor.

Un servidor (server) es un ordenador que permite compartir sus periféricos con otros ordenadores. Estos pueden ser de varios tipos y entre ellos se encuentran los siguientes.

- ✓ **Servidor de archivos.** Mantiene los archivos en subdirectorios privados y compartidos para los usuarios de la red.
- ✓ **Servidor de impresión.** Tiene conectadas una o más impresoras que comparten con los demás usuarios.
- ✓ **Servidor de comunicaciones.** Permite enlazar diferentes redes locales o una red local con grandes ordenadores o miniordenadores.
- ✓ **Servidor de correo electrónico.** Proporciona servicios de correo electrónico para la red.
- ✓ **Servidor web.** Proporciona un lugar para guardar y administrar los documentos HTML que pueden ser accesibles por los usuarios de la red a través de los navegadores.
- ✓ **Servidor FTP** se utiliza para guardar los archivos que pueden ser descargados por los usuarios de la red.
- ✓ **Servidor proxy.** Se utiliza para monitorizar el acceso entre las redes. cambia la dirección IP de los paquetes de los usuarios para ocultar los

datos de la red interna a INTERNET y cuando recibe contestación eterna la devuelve al usuario que la ha solicitado. Su uso reduce la amenaza de piratas que visualicen el tráfico de la red para conseguir información sobre los ordenadores de la red interna.

Según el sistema operativo de red que se utilice y las necesidades de la empresa, pueden ocurrir que los distintos tipos de servidores residan en el mismo ordenador o se encuentren distribuidos entre aquellos que forman parte de la red.

Así mismo, los servidores de archivos pueden establecerse como dedicados o no dedicados, según se dediquen solo a la gestión de la red o , además se pueden utilizar como estación de trabajo. La conveniencia de utilizar uno u otro va estar indicada por la cantidad de estaciones de trabajo de que se vaya a disponer; cuando mayor sea el número de ellas, más conveniente será disponer de un servidor dedicado.

No es recomendable utilizar un servidor no dedicado como estación de trabajo puede dejar de funcionar, con los consiguientes inconvenientes y pérdidas irreparables que se puedan producir.

El resto de los ordenadores de la red se denomina estaciones de trabajo o clientes, y desde ellos se facilita a los usuarios el acceso a los servidores y periféricos de la red.

Cada estación de trabajo es, por lo general, un ordenador que funciona con su propio sistema operativo. A diferencia de un ordenador aislado de trabajo tiene una tarjeta de red y está físicamente conectada por medio de cables con el servidor.

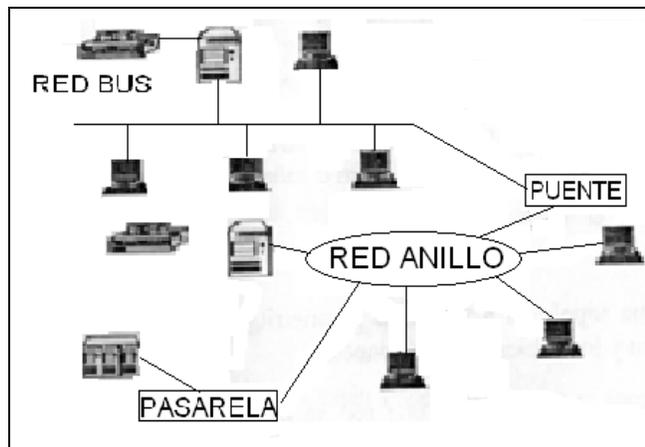


Figura 30. Representación esquemática de una red local

4.4 ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Se entiende por elementos de conexión a los cables, tarjeta de red y otros equipos necesarios para conectar entre sí los ordenadores. Dentro de los cables de conexión utilizados se encuentran:

4.4.1 Par de hilos sin trenzar: consiste en pares de hilos sin trenzar y cubiertos de una capa aislante externa (también se le denomina como categoría 1). Es de fácil instalación y ofrece poca protección contra las interferencias externas. Es el cable telefónico tradicional. Se utiliza normalmente para transmitir voz pero no datos, el conector que se utiliza es el denominado **RJ11**.

4.4.2 Par trenzado: consiste en pares de hilos trenzados de forma independiente y luego trenzados entre sí y recubiertos de una capa aislante externa. Es de fácil instalación y ofrece cierta protección contra las interferencias externas. puede estar apantallado cada cable con una malla conductora y una impedancia de 150 ohmios (**STP**), sin apantallar cada cable

pero con una pantalla global y una impedancia de 120 ohmios(**FTP**) y cable sin pantalla de ningún tipo y una impedancia de 100 ohmios (**UTP**). Los conectores que se utilizan son los denominados **RJ45** y **RJ11**.

- ✓ Las capacidades de transmisión han sido divididas por categorías y se exponen en la tabla siguiente.

Categoría	Frecuencia de funcionamiento	Aplicaciones
3	16Mhz	Ethernet (10Mbps), Token Ring (4 Mbps), Localtalk y telefonía.
4	20 MHz	Ethernet (10Mbps), Token Ring (4 Mbps), Localtalk y telefonía.
5	100 MHz	Ethernet (10-100Mbps), Token Ring (4-16 Mbps), y ATM (155 Mbps).
5e	100 MHz	Ethernet (10-100Mbps), Gigabit Ethernet (1Gbps) y ATM (155 Mbps).
6	250 MHz	Todavía en fase de desarrollo
7	600 MHz	Todavía en fase de desarrollo

Tabla 7. Capacidades de transmisión

Según el estándar ANSI/EIA/TIA-568A, la forma de engastar un cable UTP, FTP O STP con un conector RJ-45 macho sigue el orden especificado en la tabla siguiente:

Pin nº	Par nº	Color	Uso
1	3	Blanco verde	Transmisión
2	3	Verde	Masa
3	2	Banco naranja	Recepción
4	1	Azul	Masa
5	1	Blanco azul	Transmisión
6	2	Naranja	Masa
7	4	Blanco marrón	Recepción
8	4	marrón	masa

Tabla 8. Estándar 568^a

Según el estándar ANSI/EIA/TIA-568B, los cables UTP,FTP o STP se engastan al conector , RJ-45 macho siguiendo el orden establecido en la tabla siguiente. Hay que tener en cuenta que , como se ha indicado anteriormente, para el montaje de latiguillos cruzados que unan elementos de interconexión de redes, un extremo será 568A y el otro 586B. El orden de este montaje es indiferente.

Pin nº	Par nº	Color	Uso
1	2	Blanco naranja	Transmisión
2	2	Naranja	Masa

3	3	Blanco verde	Trasmisión
4	1	Azul	masa
5	1	Blanco azul	Trasmisión
6	3	Verde	Masa
7	4	Blanco marrón	recepción
8	4	marrón	masa

Tabla 9 Estándar 568B

4.4.3 Cable coaxial: que es un hilo de cobre envuelto en una malla trenzada.

Entre ambos se encuentra una capa de material aislante. Hay dos tipos en función de grosor. Ofrece mayor protección que el par trenzado apantallado frente a las interferencias externas.

En función de sus características se clasifica a en dos categorías:

4.4.4 Cable coaxial grueso (10BASE5). Lleva un conector tipo N, alcanza una velocidad de transmisión de 10Mbps y una longitud máxima de 500 m de segmento de red.

4.4.5 Cable coaxial delgado (10BASE2). Lleva un conector tipo BNC, alcanza una velocidad de transmisión de 10mbps Yuna longitud máxima de 200 m de segmento de red.

4.4.6 Fibra óptica que está formada por un núcleo de material transparente muy fino, rodeado de otro material con distinto índice de refracción. De esta forma, las señales luminosas que viajan por el núcleo son reflejadas por la

capa externa del cable. Permite mayor velocidad de transmisión de los datos, aunque es muy caro de instalar.

4.5 TECNICAS DE TRANSMISION

Entre las más comunes se encuentran: banda base y banda ancha.

4.5.1 Banda base: Es el método más común dentro de las redes. transmite las señales en forma digital sin emplear técnicas de modulación, en cada transmisión se utiliza todo el ancho de banda y, por tanto, solo puede transmitir una señal simultáneamente.

Esta especialmente indicada para cortas distancias distintas, ya que en grandes distancias se producirían ruidos e interferencias(pueden utilizarse repetidores que vuelven a regenerarla señal).

Los elementos de conexión que se pueden utilizar son el cable de par trenzado y el cable coaxial de banda base.

4.5.2 Banda ancha: Consiste en transmitir las señales en forma digital modulando la señal sobre ondas portadoras que puedan compartir el ancho de banda del medio de transmisión mediante multiplicación por división de frecuencia. Es decir actual como si en lugar de un único medio se estuvieran utilizando líneas distintas.

El ancho de banda depende de la velocidad de transmisión de los datos y los elementos de conexión que se pueden utilizar son el cable coaxial de banda ancha y el cable de fibra óptica.

Este método hace imprescindible modular y desmodular la información. La distancia máxima puede llegar hasta los 50 km y permite usar además los elementos de conexión de la red para transmitir otras señales distintas de las propias de la red como pueden ser señales de televisión o señales de voz. ⁶

6. Sistemas operativos en entorno mono usuario y multiusuario Laura raya, Raquel Alvares ed alfa omega Ra-Ma capitulo 3 conceptos básicos de redes y TCP/IP pag 82.

4.7 NORMAS ESTÁNDAR

Para poder establecer una comunicación entre ordenadores, lo mismo que para establecerla entre personas, es necesario contar con una serie de normas que regulen dicho proceso.

Esas normas las fija la sociedad en general (en el caso de las personas) o a través de organismos internacionales de normalización (en el caso de las máquinas).

4.7.1 MODELO OSI: Al principio del desarrollo de la informática, cada fabricante establecía los procedimientos de comunicación entre sus ordenadores de forma independiente, por lo que resultaba muy difícil, por no decir imposible, la comunicación entre ordenadores de fabricantes distintos.

Poco a poco se fue haciendo necesario disponer de unas normas comunes que permitiesen la intercomunicación entre todos los ordenadores.

De todos los protocolos propuestos destaca el modelo OSI (Open Systems Interconnection), cuya traducción al castellano es interconexión de sistemas abiertos, que fue propuesto por la organización internacional de normalización (ISO).

ISO, que es una organización no gubernamental fundada en 1947, tiene por misión la coordinación del desarrollo y aprobación de estándares a nivel internacional. Su ámbito de trabajo cubre todas las áreas, incluyendo las redes locales, a excepción de las áreas electrónicas que son coordinadas por IEC (International Electrotécnica Comisión).

Cada país únicamente puede estar representado en ISO por una organización (en el caso de España, está representada por AENOR (Asociación Española de normalización) y, en el caso de EE.UU, está representada por ANSI (American National Standards Institute).

El modelo OSI, cuya actividad se empezó a desarrollar en 1977 y llegó a constituirse como estándar internacional en 1983, trata de establecer las bases para la definición de protocolos de comunicación entre sistemas informáticos. Propone dividir en niveles todas las tareas que se llevan a cabo en una comunicación entre ordenadores. Todos los niveles estarían bien definidos y no interferirían con los demás. De este modo, si fuera necesario una corrección o modificación de un nivel, no afectaría al resto.

NIVEL 1	FISICO
NIVEL 2	ENLACE DE DATOS
NIVEL 3	RED
NIVEL 4	TRANSPORTE
NIVEL 5	SESION
NIVEL 6	PRESENTACION
NIVEL 7	APLICACIÓN

Tabla 10. Modelo OSI

En total se formarían siete niveles (los cuatro primeros tendrían funciones de comunicación y los tres restantes de proceso). Cada uno de los siete niveles dispondría de los protocolos específicos para el control de dicho nivel.

4.7.1.1 Nivel físico: En este nivel se definen las características eléctricas y mecánicas de la red necesarias para establecer y mantener la conexión física (se incluyen las dimensiones físicas de los conectores, los cables y los tiempos de señales que van a circular por ellos). Los sistemas de redes locales más habituales definidos en este nivel son: Ethernet, red en anillo con paso de testigo. (Token Ring) e interfaz de datos distribuidos por la fibra (FDDI, Fiber Distributed Data Interface).

4.7.1.2 Nivel de enlace de datos: Se encarga de establecer y mantener el flujo de datos que discurre entre los usuarios. Controla si se van a producir errores y los corrige (se incluye el formato de los bloques de datos, los códigos de dirección, el orden de los datos transmitidos, la detección y la recuperación de errores), las normas Ethernet y token Ring también estas definidas en este nivel.

4.7.1.3 Nivel de red: Se encarga de decidir por donde se han de transmitir los datos dentro de la red (se incluye la administración y la gestión de datos, la emisión del mensaje y la regulación del tráfico de la red). Entre los protocolos más utilizados definidos en este nivel se encuentran: protocolo internet (IP, internet protocol) y el Intercambio de paquetes entre redes (IPX Iinternetnetwork Packet Exchange) de Novell.

4.7.1.4 Nivel de transporte: Asegura la transferencia de la información a pesar de los fallos que pudieran ocurrir en los niveles anteriores (se incluye la detección de bloqueos, caída del sistema, asegurar la igualdad entre la velocidad de transmisión y la velocidad de recepción y las búsqueda de rutas alternativas). Entre los protocolos de este nivel mas utilizados se encuentran el protocolo de de control de la transmisión (TCP, Transmisión Control Protocol) de TCP/IP, el intercambio de secuencia de paquetes (SPX, Sequenced Packet Exchange) de Novell y NetBIOS/NetBEUI de Microsoft.

4.7.1.5 Nivel de sesión: Organiza las funciones que permite que dos usuarios se comuniquen a través de la red (se incluyen las tareas de seguridad, contraseñas de usuarios y los sistemas de codificación).

4.7.1.6 Nivel de Presentación: Traduce la información de formato de la maquina a un formato comprensible por los usuarios (se incluye el control de las impresoras, emulación de terminal y los sistemas de codificación).

4.7.1.8 Nivel de aplicación: Se encarga del intercambio de información entre los usuarios y el sistema operativo (se incluye la transferencia de archivos y los programas de aplicación).

4.7.1.9 Proceso de la comunicación: El proceso que se produce desde que un usuario envía un mensaje hasta que llega a su destino consiste en una bajada a través de todos los niveles (con sus correspondientes protocolos) desde el nivel séptimo hasta llegar al primero. Allí se encontrará en el canal de datos que dirigirá al usuario destino y volverá a subir por todos los niveles hasta llegar al último de ellos.

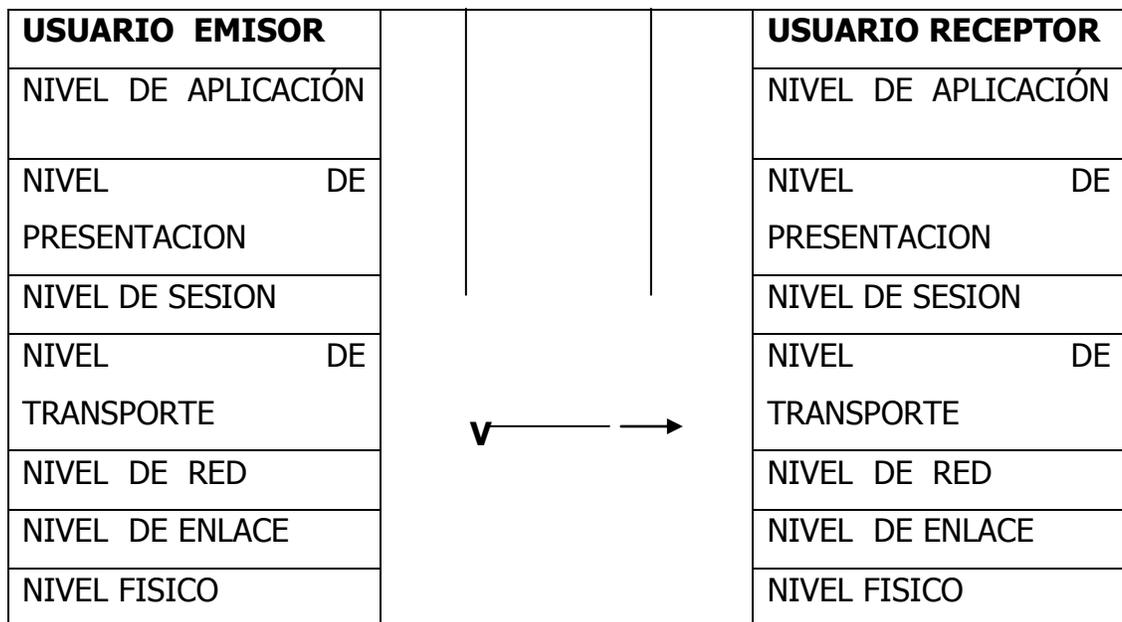


Tabla 11. Proceso de comunicación

En la anterior figura se puede observar lo siguiente

- ✓ Los niveles inferiores proporcionan servicios a los niveles superiores.
- ✓ Cada nivel dispone de un conjunto de servicios
- ✓ Los servicios están definidos mediante protocolos
- ✓ Los programadores y diseñadores de productos solo deben preocuparse por los protocolos del nivel en el que trabajan, los servicios proporcionados por los niveles inferiores.

4.7.2 Norma IEEE 802: El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) es otro organismo que ha procurado normalizar la comunicación entre ordenadores. Este organismo está acreditado por ANSI, que es el organismo de estandarización de los EE.UU.

Para ello propuso la norma 802 que indica que una red local es un sistema de comunicaciones que permite a varios dispositivos comunicarse entre sí. Para ello definieron, entre otros el tamaño de la red, la velocidad de transmisión, los dispositivos conectados, el reparto de recursos y la fiabilidad de la red que cubren el nivel físico y el nivel de enlace de datos (control de enlace lógico y control de acceso al medio). Adicionalmente, el subcomité IEEE 802.1 elabora documentos relativos a la arquitectura de la red, interoperación y gestión de red.⁷

Entre las distintas especificaciones de la norma 802 se encuentran:

- ✓ IEEE 802.1 (1990): Normalización de la interfaz con niveles superiores (HLI, Higher interface standard). Se encarga del control de temas comunes: gestión de la red, mensajería, etc.
- ✓ IEEE 802.2 (1990): Normalización para el control de enlace lógico (LLC, Logical Link Control).

⁷LAURA RAYA, RAQUEL ALVAREZ, VICTOR RODRIGO, conceptos básicos de redes y tcp/ip ed. Alfa omega Ra-Ma, p 77-124

- ✓ IEEE 802.3 (1990): Desarrollo del protocolo de acceso múltiple con detención de portadora y detención de colisión (CSMA/CD, carrier sense multiple Access/colision detención).
- ✓ IEEE 802.4 (1990): Desarrollo del bus de paso de testigo (token bus).
- ✓ IEEE 802.5 (1989-1991): Especificaciones para una configuración de anillo con paso de testigo (token ring).
- ✓ IEEE 802.6 (1990): Especificaciones para una red de área metropolitana (MAN Metropolitan Area Network).
- ✓ IEEE 802.7: Redes locales de banda ancha.
- ✓ IEEE 802.8 : Fibra óptica.
- ✓ IEEE 802.9: Estándar para la definición de voz y datos en las redes locales.
- ✓ IEEE 802.10: Seguridad en las redes locales.
- ✓ IEEE 802.11: Redes locales inalámbricas.

4.8 TRANSMISION DE LOS DATOS

Se entiende por transmisión de los datos al proceso de transporte de la información codificada de un punto a otro.

En toda transmisión de datos se ha de aceptar la información, convertirla a un formato que se pueda evitar rápidamente y de forma fiable, transmitir los datos a un determinado lugar y, una vez recibidos de forma correcta, volverlos a convertir al formato que el receptor pueda reconocer y comprender.

Todas esas acciones forman el proceso de transmisión, que puede dividir el proceso de transmisión de datos en tres funciones: edición, conversión y control.

- ✓ Las funciones de edición dan el formato adecuado a los datos y se encarga de controlar los errores.
- ✓ Las funciones de conversión se encargan de convertir los datos al formato adecuado.

- ✓ Las funciones de control se ocupan del control de la red y del envío y recepción de los mensajes.

Todas estas funciones se implementan por medio de protocolos.

Entre los equipos que se utilizan para llevar a cabo una transmisión de datos, se encuentran:

- ✓ MODEM es un equipo que convierte las señales digitales del ordenador a las analógicas de línea telefónica (modulación), las envía a otro ordenador y, cuando las recibe éste, las vuelve a convertir de analógicas a digitales (demodulación).

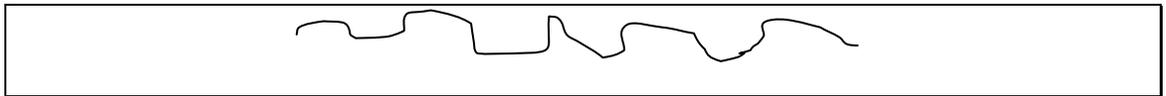


Figura 31. Señal analógica.

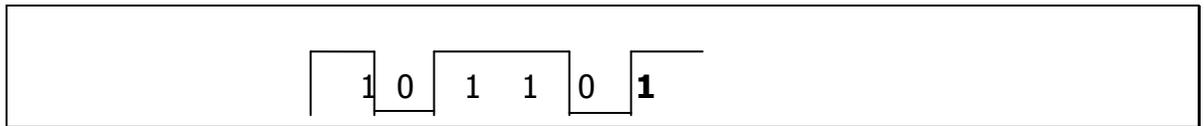


Figura 32. Señal digital.

Los modem pueden ser internos (sin van colocados dentro del ordenador) o externos (es un equipo independiente). Así mismo, pueden comunicarse utilizando el puerto paralelo del ordenador (permite una mayor velocidad de transmisión pero a distancias muy cortas) o el puerto serie (permite una mayor distancia pero a cambio de disminuir la velocidad de la transmisión).

Además, se diferencian por la velocidad de transmisión de datos y por las formas de modulación.

La velocidad de transmisión de los datos es el número de bits por segundo (bps) que pueda modular y enviar por la línea telefónica (esta velocidad de transmisión de datos no es igual a la velocidad de transmisión serie que representa la cantidad de bits de información y control que el ordenador envía al modem cada segundo).

Las formas de modulación que se pueden utilizar son:

4.8.1 Modulación de amplitud (ASK): En la que a cada valor de la señal digital se le hace corresponder una amplitud distinta de la señal analógica (para un valor binario 0 se envía una amplitud cero y para un valor binario 1 se envía una amplitud distinta de cero). Se emplea muy poco para enviar datos y siempre a muy bajas velocidades de transmisión, ya que es muy susceptible a las interferencias de la línea.

4.8.2 Modulación de frecuencia (FSK): En la que a cada valor de la señal digital se le hace corresponder una frecuencia de la señal analógica (para un valor binario 0 se envía una frecuencia determinada y para un valor binario 1 se envía otra frecuencia distinta). Se emplea para velocidades de transmisión iguales o inferiores a 1200 bps.

4.8.3 Modulación de fase (PSK): En la que a cada valor de la señal digital se hace corresponder con un desfase de la señal analógica (para un valor binario 0 se modifica la fase y para un valor binario 1 no se modifica). Se emplea para velocidades de transmisión iguales o inferiores a 1200 bps.

Para velocidades elevadas se utiliza la modulación de fase combinada con la modulación de amplitud.

Para que una comunicación se pueda realizar, ambos módems deben transmitir a la misma velocidad y utilizar la misma forma de modulación. Así mismo, deben estar coordinadas la transmisión y la recepción de los datos (sincronización de la transmisión). Hay tres factores que se han de tener en cuenta para la sincronización de la comunicación:

4.8.4 Sincronismo de bit: Los bits son enviados por el módem origen de forma secuencial y con una determinada cadencia. Este factor es responsabilidad del módem.

Hay dos métodos de sincronización de bit:

4.8.4.1 Asíncrona: El método de sincronización asíncrona hace que por cada carácter emitido sea necesario transmitir un bit de arranque (bit 0) seguido de 7 u 8 bits de información que identifican al carácter según el código ASCII y termina con el bit de parada (bit 1). El inconveniente de este método es que se aumenta mucho la cantidad de bits que se envían en cada comunicación.

4.8.4.2 Síncrona: El método de sincronización síncrona lleva a cabo la sincronización utilizando los mismos cambios de estado de las señales transmitidas. Al empezar una transmisión, se envían una serie de caracteres de sincronismo (llamados SYN) que están formados por una combinación de 0 y 1. La principal ventaja de este método es que permite una mayor velocidad de transmisión.

4.8.5 Sincronismo de carácter: El módem receptor, al recibir los bits, debe tener algún procedimiento para diferenciar los caracteres que componen la información recibida. Este factor es responsabilidad del protocolo de comunicaciones utilizado.

Sincronismo de trama. Como la información no se transmite toda de una vez, sino que se realiza en secciones denominadas paquetes o tramas, es necesario establecer un procedimiento que permita identificar qué carácter de los recibidos es el primero de la trama. Este factor es responsabilidad del protocolo de comunicaciones utilizado.

Para regular todo lo anteriormente descrito, ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones-Sector Telecomunicaciones) que anteriormente se

denominaba CCITT, ha dictado unas normas que deben cumplir los módems. Estas normas se definen como serie V ya que se designan como una palabra que empieza por dicha letra (por ejemplo, V23, v90 etc. Hay también compañías privadas que han definido sus propias normas (por ejemplo, Kell Systems).

Entre las normas más populares se encuentran:

BELL 103	300 bps	Usada en EE.UU.
V21	300 bps	Usada fuera de EE.UU.
BELL21211	1.200 bps	Usada en EE.UU.
V22	600-1. 200 bps	
V22 bis	2.400 bps	
V23	600-1. 200 bps	Usada principalmente en
V26 bis	1.200-2.400	
V27	4.800	
V29	9.600	
V32	4.800-9.600 bps	Incorpora corrección de errores y negociación de la comunicación.
V32bis	4.800-1 4.400 bps	Permite pasar a V32 si la línea no permite la velocidad
V34	2.400-33.600 bps	Originalmente proporcionaba 28.000 bps
V90	56.000 bps	56.000 bps del servidor al cliente V34 del cliente al

Tabla 12. Normas ITU-T

Cuando un módem se conecta con otro envía un tono usando la norma que tiene predefinida. Si el otro soporta dicha norma, responde a llamada inmediatamente. Si no es así, el módem que llama reintenta con

una norma inferior y así sucesivamente hasta conseguir establecer comunicación.

4.8.6 Interfaz: Es un dispositivo que une el ordenador con el módem. En función del puerto al que estén conectados se denomina RS232 (puerto serie) o Centronics (puerto paralelo).

4.8.7 Repetidores (Repeaters): Es un dispositivo encargado de regenerar la señal en un segmento de una red homogénea ampliando su cobertura. Su forma de actuar es la siguiente: recoge la señal que circula por la red y la reenvía sin efectuar ningún tipo de interpretación de dicha señal.

Son capaces de conectar diferentes medios físicos de transmisión. Sin embargo, no suelen utilizarse para conectar redes de banda base con redes de banda ancha ya que los métodos de decodificación de la información son muy diferentes.

4.8.8 Multiplexores: Son equipos que permiten mantener más de una comunicación simultánea por una sola línea. Cada una de las comunicaciones opera como si tuviera la línea de forma exclusiva, pudiendo utilizar diferentes velocidades y protocolos en cada una de ellas.

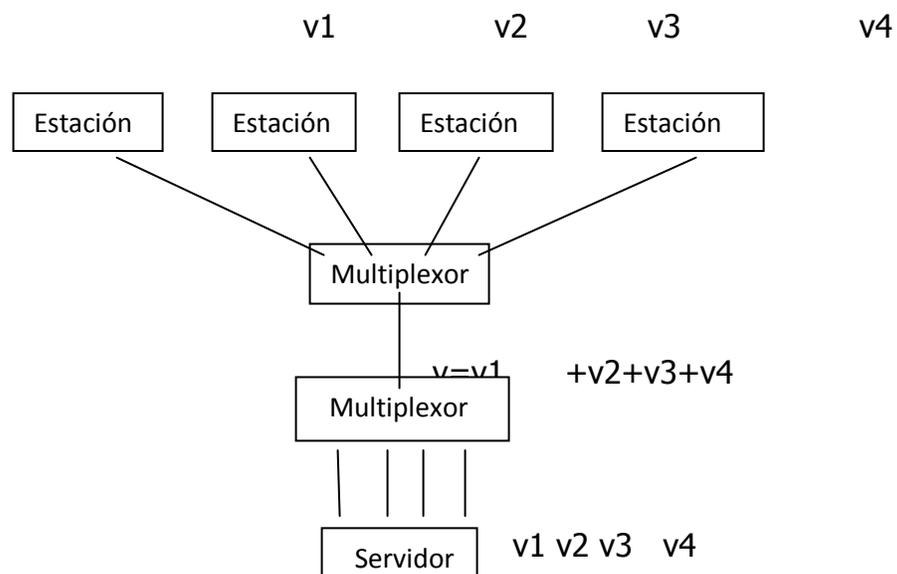


Figura 33. Multiplexores o concentradores

4.8.9 Concentradores (HUBS): Son equipos que permiten compartir el uso de una línea entre varios ordenadores. Todos los ordenadores conectados a los concentradores pueden usar la línea, aunque no de forma simultánea, ni utilizando distintos protocolos, ni distintas velocidades de transmisión.

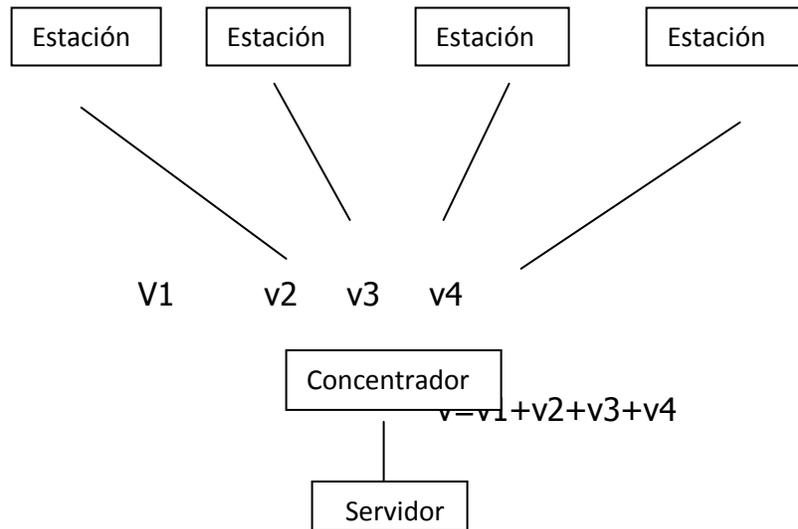


Figura 34. Concentrador

4.8.9.1 Conmutadores (Switches): Los conmutadores (switch ethernet) se caracterizan por no enviar los paquetes a todos los puertos sino únicamente al puerto correspondiente al destinatario. La diferencia entre un conmutador y un puente (bridge) es que el puente debe recibir todo el paquete antes de dirigirlo al puerto correspondiente y un conmutador dirige el paquete a su destino una vez recibido el encabezado del paquete (en ella se encuentra la dirección IP del destinatario). Gracias a ello, los conmutadores producen un retraso mínimo en la conmutación (del orden de 40 microsegundos, mientras que el puente supera los 1.000(microsegundos)).

De esta manera, utilizando un conmutador se puede dividir una red en varios segmentos y limitar el tráfico al segmento o segmentos a los que pertenece el

paquete. Su utilización permite que cada usuario o grupo usuario tenga su propio segmento dedicado con ancho de banda dedicado con una mucha menor tasa de colisiones y un mejor tiempo de respuesta en lugar de lo que ocurre en una red Ethernet tradicional en la que muchos usuarios comparten el mismo ancho de banda.

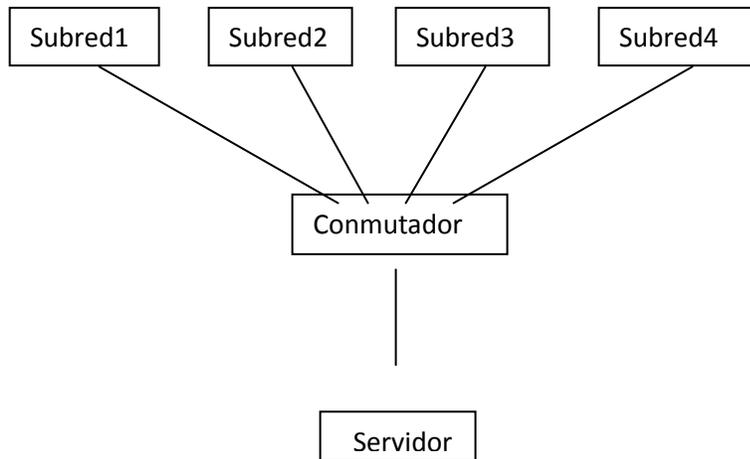


Figura 35. conmutadores (SWITCHES).

4.8.9.2 Procesadores de Comunicaciones: Son equipos que están diseñados para realizar las tareas específicas de control de las comunicaciones con el objeto de descargar de esta tarea al resto de los ordenadores.

4.8.9.3 Multiplicadores de Interfaz: Son equipos que se sitúan, entre el módem y el ordenador, permitiendo conectar varios ordenadores a un único módem, pero de forma que únicamente pueda transmitir datos simultáneamente uno de ellos.

4.8.9.4 Acopladores Acústicos: Son equipos formados por un módem que va acoplado a la línea telefónica a través del auricular del teléfono Actualmente no son

muy utilizados (con la excepción de su uso con portátiles) por las interferencias que pueden recibir.

4.9 CONTROL DE LA COMUNICACIÓN

Como se ha visto anteriormente, el proceso de transmisión de datos conlleva una serie de procedimientos que van desde el nivel Físico hasta la presentación de la información en un formato determinado (nivel de aplicación).

Aunque todos ellos son fundamentales, se va a profundizar en el nivel de enlace que es el encargado del control de la comunicación.

Toda comunicación se puede dividir en tres fases:

4.9.1 Establecimiento de la comunicación. En esta fase se establece la conexión física entre los ordenadores y se ponen de acuerdo en cuanto al procedimiento empleado para el intercambio de la información.

4.9.2 Transferencia de la información. Ambos sistemas intercambian datos a través del enlace establecido. En caso de producirse un error en la recepción de los datos, se detecta y se solicita su reenvío.

4.9.3 Terminación. En esta fase se da por finalizada la comunicación.

La forma de establecer y finalizar la comunicación depende de cómo estén conectadas las dos estaciones de trabajo (a través de un cable por la puerta serie o paralelo, a través de una línea punto a punto, a través de un módem por la red telefónica, etc.).

La forma de controlar la transferencia de la información depende exclusivamente del protocolo que se utilice. Este protocolo corresponde al nivel de enlace de datos del modelo OSI y deberá realizar las siguientes funciones:

- ✓ Sincronización de la comunicación.
- ✓ Control de los errores de transmisión.
- ✓ Coordinación de la comunicación.
- ✓ Recuperación ante los fallos que se produzcan.
- ✓

Cuando se ha de transmitir una determinada información, la información se distribuirá en bloques de una longitud determinada, dispuesta en un orden determinado y con un control de errores que permitirá comprobar que todos y cada uno de los bits enviados sean iguales a todos y cada uno de los bits recibidos. De esta forma, si se produjera un error en uno de los bloques, únicamente sería necesario volver a transmitir dicho bloque sin necesidad de repetir toda la transmisión.

Entre los protocolos más adecuados de este nivel, se encuentra el CSMA/CD (Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones) utilizado en la arquitectura Ethernet.

Este protocolo comprueba si la línea está libre antes de comenzar la transmisión y si se ha producido alguna colisión durante la transmisión. Si se ha producido alguna colisión, se detiene la transmisión y se vuelve a enviar el bloque de datos después de un tiempo de espera aleatorio.

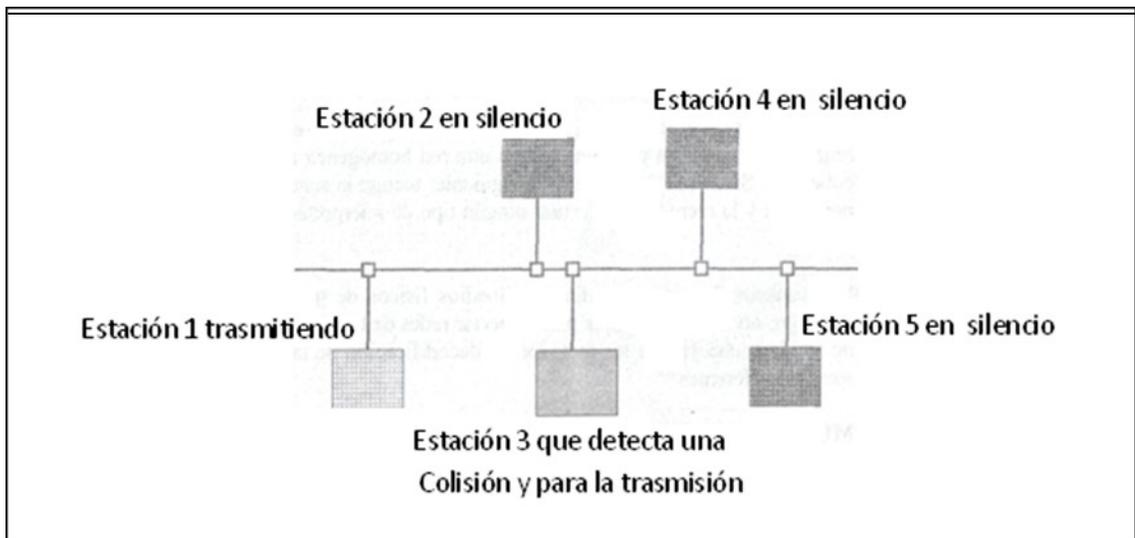


Figura 36. Protocolo de acceso múltiple con detección de colisión (CSMA/ CD)

4.10 CONTROL DE ERRORES

Debido a las interferencias, ruidos y distorsiones que aparecen en la línea, datos al llegar a la estación destino pueden haber sufrido alguna modificación y corresponder exactamente con los que fueron emitidos. Para detectar estos errores se emplean diversas técnicas, que dependen protocolo elegido.

Los métodos más utilizados para el control de los errores son:

- ✓ Método de paridad.
- ✓ Método de redundancia cíclica.
- ✓

4.10.1 Método de paridad: Este método, también llamado geométrico, consiste en añadir un bit (bit de paridad) a cada uno de los caracteres enviados. Este bit debe tener el valor cero o uno y será tal que haga que el carácter, contando el bit de paridad, tenga un número par bits con valor uno (en el caso de la paridad par) o que tenga un número impar de unos (en el caso de la paridad impar).

La estación destino cuenta el número de bits uno de cada carácter recibido y, si el valor calculado coincide con el correspondiente a la paridad utilizada, la transmisión habrá sido correcta; pero, si no ha sido así, solicita a la estación emisora que repita el envío. Este bit de paridad (par o impar) que se añade al final de cada carácter, también recibe los nombres de bit de paridad transversal, bit de paridad vertical o comprobación de redundancia vertical (VRC).

He aquí un ejemplo de paridad par en el que se indican en cursiva los bits de paridad:

```
11100010
00011101
11001001
01101100
```

Este método cuenta con el problema de que únicamente puede detectar el error si se ha modificado un solo bit. Pero si se modifica un número par de bits, no se detectará el error. Para evitar este problema, se puede incluir al final de cada paquete un bit de comprobación de error que hará que la suma de unos de cada columna de bits corresponda con la paridad par o impar que se está utilizando.

```
11100010
00011101
11001001
01101100
01011010
```

A este bit se le denomina carácter de comprobación horizontal, suma de comprobación (checksum), paridad horizontal o comprobación de redundancia horizontal (LRC). Si se emplean la paridad vertical y la horizontal, se podrían llegar a detectar todos los errores de un bit que puedan producirse.

4.10.2 Método de redundancia cíclica: Este método consiste en que la estación emisora agrega al final de cada bloque de datos una información calculada de acuerdo con una fórmula polinómica, cuyas variables son los ceros y unos enviados en el bloque de datos (se divide el valor binario numérico total por un valor constante definido por el protocolo, se desecha el cociente y es el resto lo que se añade al final del bloque de datos).

La estación destino realiza el mismo cálculo. Si le produce el mismo resultado la transmisión es correcta, pero si no ha sido así, solicita a la estación emisora que repita el proceso.

Este método recibe el nombre de Código de Redundancia Cíclica (CRC) y a los valores añadidos al bloque de datos se les denomina Carácter de Comprobación de Bloque (BCC) o simplemente Redundancia.

La ventaja de este método estriba en que. El número de bits que se añade a cada bloque de datos es mucho menor que el del método anterior.

4.11 RETRANSMISION DE BLOQUES ERRONEOS

Normalmente, la estación destino no corrige los bloques de datos erróneos, sino que se limita a detectar la existencia del error, pidiéndole a la estación en: que vuelva a emitir dicho bloque de datos. Para la retransmisión del bloque de erróneo existen dos técnicas:

- ✓ Parada y espera
- ✓ Envío continuo.

4.11.1 Parada y Espera:

Esta técnica consiste en que la estación emisora, después de enviar el bloque de datos, espera a recibir una contestación de confirmación o error del envío.

Si la transmisión es correcta, la estación receptora envía un mensaje confirmación (ACK) y, si la transmisión es errónea, envía un mensaje de rechazo (NAK). Al

recibir el mensaje de rechazo, la estación emisora procede a retransmitir bloque de datos erróneo.

El inconveniente de esta técnica es el tiempo que pierde la estación emisora en esperar el mensaje de la estación receptora antes de proceder a un nuevo envío.

4.11.2 Envío Continuo:

Esta técnica consiste en que la estación emisora está enviando bloque de datos continuamente sin tener que permanecer a la espera de la confirmación de la estación receptora. Para poder realizarlo, identifica a cada bloque de datos con un código numérico.

Cuando se produce un error, la estación receptora solicita el reenvío de bloque erróneo y se pueden producir dos modalidades:

- Envío continuo no selectivo. En este modo, la estación emisora vuelve a retransmitir todos los bloques enviados desde aquel en el que se produjo el error. Esto provoca el reenvío de bloques que se podían haber recibido correctamente.
- Envío continuo selectivo. En este modo, la estación emisora vuelve a retransmitir únicamente aquel bloque en el que se produjo el error.

4.12 RECUPERACIÓN ANTE FALLOS

En el caso de que se produjera un envío de un bloque de datos, la estación emisora estuviera esperando el mensaje de **confirmación** o error y la estación receptora se desconectara o se perdiera dicho mensaje, la estación emisora estaría esperando **indefinidamente** dicha contestación.

En ese caso, el protocolo debería proceder de la siguiente manera:

- Establecer un tiempo de espera de dicha contestación.
- Solicitar una nueva respuesta cuando haya finalizado dicho tiempo de espera.
- Limitar el número de intentos, después de los cuales el fallo se da por

irrecuperable y finalizaría la transmisión de datos con dicha estación.

4.13 ARQUITECTURA ETHERNET

Hay muchos tipos distintos de redes, por lo que se pueden realizar múltiples combinaciones distintas al seleccionar el tipo de cableado, la topología, el tipo de transmisión e incluso los protocolos utilizados. Estos factores van a determinar la **arquitectura de la red**.

Sin embargo, de todas las posibles soluciones la más extendida actualmente es la arquitectura **Ethernet**.

Esta arquitectura de red fue desarrollada por Xerox Corporation para enlazar un grupo de microordenadores, que estaban distribuidos por los laboratorios de investigación de Palo Alto en California, para poder intercambiar programas y datos, así como compartir los periféricos. En un principio se creó para ser utilizada con cable coaxial de banda base, aunque actualmente se pueden utilizar otros tipos de cable.

Si se utiliza cable coaxial grueso, se pueden tener hasta cuatro tramos de cable (unidos con repetidores) y los ordenadores se conectan al cable por medio de transceptores (la distancia máxima entre el ordenador y el transceptor ha de ser de 15 metros). Se pueden conectar ordenadores en tres tramos únicamente, con un máximo de 100 estaciones en cada tramo.

Si se utiliza cable coaxial fino, no es necesario utilizar transceptores, pudiéndose conectar el cable al ordenador por medio de una conexión BNC en forma de T. El número máximo de tramos es de cinco y la longitud máxima de cada tramo es, aproximadamente, de un tercio de la longitud máxima conseguida con el coaxial grueso (550 metros). Así mismo, el número máximo de estaciones es de 30 por cada uno de los tres tramos en los que se pueden conectar ordenadores.

Los datos se transmiten a una velocidad de 10 Mbps a una distancia máxima de dos kilómetros.

Utiliza una topología en bus con protocolo de contienda CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones). Como se vio anteriormente, cualquier estación puede intentar transmitir en cualquier momento pero, como todas utilizan un canal único, sólo una estación puede transmitir simultáneamente.

El tamaño del bloque de datos puede oscilar desde 72 hasta 1.526 bytes con un tamaño normal de 256 bytes.

Todas las estaciones tienen asignada una dirección de 48 bytes que se: que, cuando se cambia de lugar una estación, no haya posibilidad de conflictos y tanto, se puede configurar completamente la red local con unos mínimos cambios en el sistema operativo.

4.14 FAST ETHERNET

Esta moderna arquitectura de red está basada en la tecnología Ethernet descrita anteriormente, pero cuenta con las siguientes variaciones que le permiten transmitir a una velocidad de 100 Mbps:

- Está construida con concentradores o conmutadores distribuidos que utilizan líneas dedicadas para cada ordenador.
- Los cables utilizados son: 100BaseTX, 100BaseFX y 100BaseT4. La diferencia entre estos tres tipos de cables está en que el cable 100Base TX usa dos de los cuatro pares de hilos (igual que un cable UTP normal), que deben ser de categoría 5 (por su mayor calidad), el cable cableBaseFX es el equivalente en fibra óptica del cable 100BaseTX y el cable 100BaseT4 utiliza los cuatro pares de hilos, que pueden ser de categoría 3 ó 5.
- Necesita tarjetas de red específicas para la velocidad de transmisión de

100Mbps.

Al igual que la arquitectura de red Ethernet, utiliza el protocolo de contienda CSMA/CD (Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones) y su coste de instalación es similar.

4.15 GIGÁ ETHERNET

Esta moderna arquitectura de red surge como una extensión natural de las normas Ethernet 802.3 de 10 y 100 Mbps y permite una comunicación tanto en modo semidúplex (conservando con mínimos cambios el protocolo CSMA/CD) como dúplex completo (el grupo IEEE 802.3 formaliza esta tecnología), con un ancho de banda de 1 Gbps asegurando además la compatibilidad con la enorme base instalada de 10 y 100 Mbps.

El grupo IEEE 802.3 contempla los siguientes medios físicos y distancias para su utilización con Giga Ethernet.

- ✓ **1000 Base-X**
- ✓ **1000 Base-X:** utiliza fibra óptica multimodo de 850 nm y 50/62,5 nm. Puede abarcar una distancia de 220 m a 550m.
- ✓ **1000 Base-CX:** utiliza conectores coaxiales Twinax. Puede abarcar una distancia de 25 m.
- ✓ **1000 Base-LX:** utiliza fibra óptica monomodo de 1300 nm. Puede abarcar una distancia de 5 km.
- ✓ **1000Base-T:** utiliza cable UTP/FTP categoría 5e o categoría 6. Puede abarcar una distancia de 100 M.

4.16 REDES INALÁMBRICAS

Cuando es necesario disponer de movilidad en las comunicaciones, depender de un enlace físico como es un cable (en cualquiera de sus modalidades) supone una seria restricción para conseguir la plena libertad de movimientos. Para evitar las

restricciones derivadas de la utilización de cables, las conexiones inalámbricas se convierten en la alternativa perfecta.

La comunicación sin hilos ha estado disponible desde hace ya bastante tiempo, siendo su principal aplicación las comunicaciones de voz. Hoy en día, millones de personas utilizan los sistemas de radio de dos vías para comunicaciones de voz punto a punto o multipunto, con total normalidad. Sin embargo, en lo que se refiere a la transmisión de datos binarios, aunque los ingenieros ya disponían de las técnicas para modular la señal de radio con la que conseguir comunicaciones

6 www.idg.es/dealer/articulo1.asp Redes Inalámbricas Carlos Varela Luis Domínguez

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática 2002.

digitales, sólo recientemente se han desarrollado servicios inalámbricos para datos a gran escala.

Desde hace algunos años, el potencial de esta clase de redes hizo que aparecieran los primeros sistemas que utilizaban ondas de radio para interconectar "ordenadores". Estos primeros sistemas inalámbricos eran dependientes totalmente de su fabricante en cuanto a implantación y conectividad, lentos (con velocidades de 1,5 Mbps y concebidos para cubrir un reducido grupo de aplicaciones. Pero con el desarrollo tecnológico alcanzado en el transcurso de estos últimos años, han apareciendo nuevas soluciones ampliamente estandarizadas y funcionales que muestran una de las tecnologías más prometedoras, en la que se pueden comunicar sistemas informáticos y dispositivos de diversa naturaleza y capacidades mediante tecnología inalámbrica basados en la emisión de ondas de radio o de luz infrarroja. Surge así, entonces, el concepto de WLAN (Wireless Local Área network que se corresponde con un sistema de comunicación de datos flexible utilizando como alternativas a las redes locales cableadas (o como una extensión de ellas). Este tipo

redes se diferencia de las convencionales principalmente en la capa física y en la a de enlace de datos según el modelo de referencia OSI.

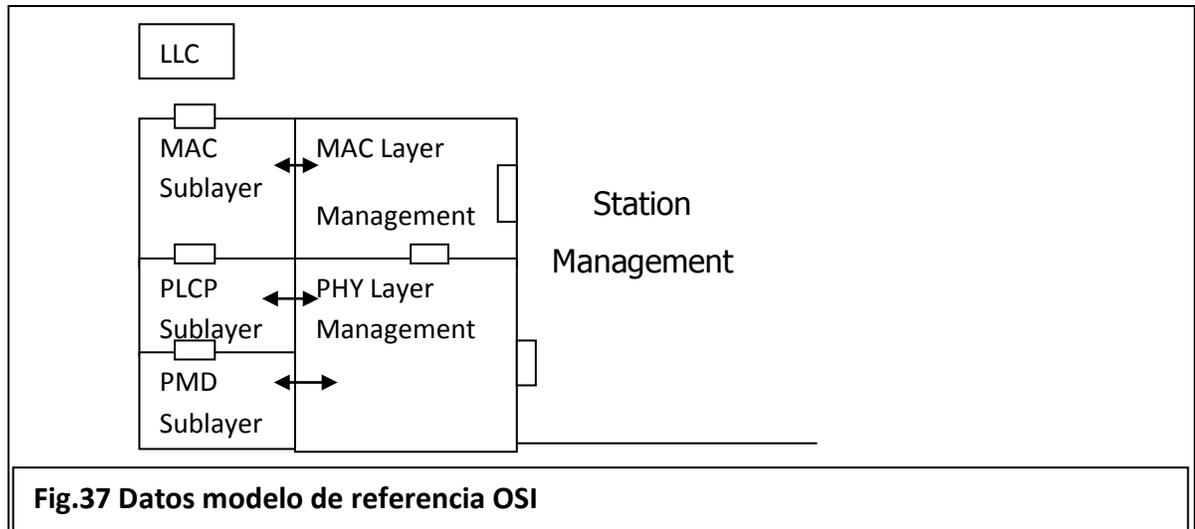


Fig.37 Datos modelo de referencia OSI

La capa Física (PHY) indica cómo son enviados los bits de una estación otra. La capa de Enlace de Datos (MAC) se encarga de describir cómo empaquetan y verifican los bits de manera que no tengan errores. Las demás capas encargan de los protocolos, de los puentes, encaminadores o puertas de enlace que utilizan para conectarse. Los dos métodos que se emplean para reemplazar la capa física en una red inalámbrica son la transmisión de Radio Frecuencia y la L Infrarroja.

Con estos dos medios de transmisión inalámbricos se pueden establecer diversas clasificaciones que ayudan a su mejor comprensión técnica. Los sistemas por infrarrojos, según el ángulo de apertura con que se emite la información, pueden clasificarse en:

- Sistemas de corta apertura [también denominados de rayo dirigido o de línea de visión (LOS, line of sight)].
- Sistemas de gran apertura (también denominados reflejados o difusos).

Por su parte, las comunicaciones inalámbricas que utilizan radiofrecuencia pueden clasificarse en:

- Sistemas de banda estrecha (narrow band) o de frecuencia dedicada.
- Sistemas basados en espectro disperso o extendido (spread spectrum).

4.16.1 Estándares de las redes inalámbricas.

Se pueden distinguir principalmente los siguientes estándares relacionados con las redes inalámbricas (realmente, únicamente se puede considerar como estándar los dos primeros y los dos como tecnologías especializadas):

4.16.1.1 IEEE 802.11 que cubre FHSS, DSSS y tecnologías infrarrojas (las versiones radiofrecuencia se diseñaron para edificios de empresas con muchas oficinas o construcciones de organizaciones con muchos edificios, con el fin de poder moverse libremente entre los distintos puntos de control inalámbricos que estén conectados a la red). Actualmente, se está ampliando con 802.11b (una versión de transmisión de datos superior 2,4 GHz con DSSS), 802.11a (una versión de transmisión de datos deGH:) y 802.11e que abarca tanto los entornos de negocios como lo domésticos y añade prestaciones de calidad de servicio y soporte multimedia a las actuales normas inalámbricas 802.1 la y 802.1 1h, con la que es compatible. Teóricamente, la versión 802.1 1b tiene un funcionamiento de 11 Mbps equivalente al de Ethernet con cable (pero la realidad es distinta, ya que el rendimiento real se aproxima más a 5 Mbps) Aún así, proporciona un importante adelanto en rapidez sobre las generaciones anteriores. Se describirá posteriormente.

4.16.1.2 HiperLAN: El **ETSI** (European Telecommunications Standard; Institute) llevó a cabo durante los años 1991 y 1996 este proyecto con que pretendía conseguir una tasa de transferencia mayor que la ofrecida por la especificación IEEE 802.11. Incluía cuatro estándares diferentes, de los cuales el denominado Tipo 1 es el que verdaderamente se ajusta a las necesidades futuras de las WLAN, estimándose una velocidad de transmisión de 23,5 Mbps (54 Mbps con HiperLAN/2), muy superior a los 11 Mbps de la actual normativa IEEE

802.11b). Se hará una breve introducción posteriormente.

4.16.1.3 Bluetooth que es una tecnología de corto alcance y de bajo consumo diseñada para conexión de periféricos a ordenador o para dispositivos portátiles (por ejemplo, los auriculares inalámbricos de Ericsson. Como en Europa no está permitido conducir con un teléfono móvil, utilizando dichos auriculares y un teléfono Bluetooth, sólo es necesario decir responder o llamar al número determinado para realizar la conexión, aunque el teléfono se encuentre, en un maletín o en una cartera). Está optimizada para los transceptores de radio de bajo consumo ideales para los dispositivos personales. Su alcance reducido es bueno para detecciones de proximidad pero como las señales no son suficientemente fuertes para penetrar paredes, suelos o cubrir toda una casa, no es adecuado para redes inalámbricas. Se hará una breve introducción posteriormente.

4.16.1.4 HomeRF que es una tecnología diseñada para la conectividad sin hilos dentro de un hogar e, incluso, interoperar con las redes públicas de telefonía e Internet. Opera en la banda de 2,4 GHz: pero combinando elementos de los estándares DECT (Digitally Enhanced Cordless Telephone) e IEEE 802.11.

4.17 SISTEMAS POR INFRARROJOS

Los rayos infrarrojos tienen una longitud de onda cercana a la de la luz y, por lo tanto, con un comportamiento similar (tanto en sus ventajas como en sus inconvenientes).

La tecnología infrarroja puede utilizar tres modos diferentes de radiación para intercambiar la energía óptica entre transmisores y receptores: punto a punto, cuasi-difuso y difuso.

En el modo **punto a punto** los patrones de radiación del emisor y del receptor deben estar lo más cerca posible, para que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto-a-punto requiere una línea de visión entre las dos estaciones susceptibles de comunicarse. Este modo se utiliza para la implementación de redes inalámbricas infrarrojas Token-Ring. El anillo físico se construye por el enlace inalámbrico individual punto a punto conectado a cada estación.

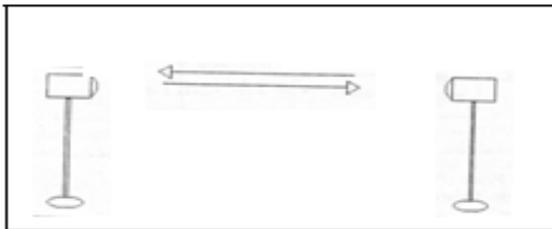


Figura 38. Red punto a punto

A diferencia del modo punto-a-punto, tanto el modo **cuasi-difuso** como el difuso son de emisión radial (es decir, cuando una estación emite una señal óptica, ésta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula). En el modo cuasi-difuso las estaciones se comunican entre sí, por medio de superficies reflectoras.

No es necesaria la línea de visión entre dos estaciones, pero sí debe existir con la superficie de reflexión. Además, es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, que puede ser pasiva o activa. En las células basadas en reflexión pasiva, el reflector debe tener altas propiedades reflectoras y dispersoras, mientras que en las basadas en reflexión activa se requiere de un dispositivo de salida reflexivo (conocido como satélite), que amplifica la señal óptica.

La reflexión pasiva requiere más energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar.

En el modo **difuso**, el poder de salida de la señal óptica de una estación debe ser suficiente para llenar completamente la totalidad de la sala, mediante múltiples reflexiones en las paredes y obstáculos. Por lo tanto la línea de visión no es necesaria la estación se puede orientar hacia cualquier lado. El modo difuso es el más flexible, en términos de Idealización y posición de la estación. Sin embargo, esta flexibilidad a costa de excesivas emisiones ópticas.

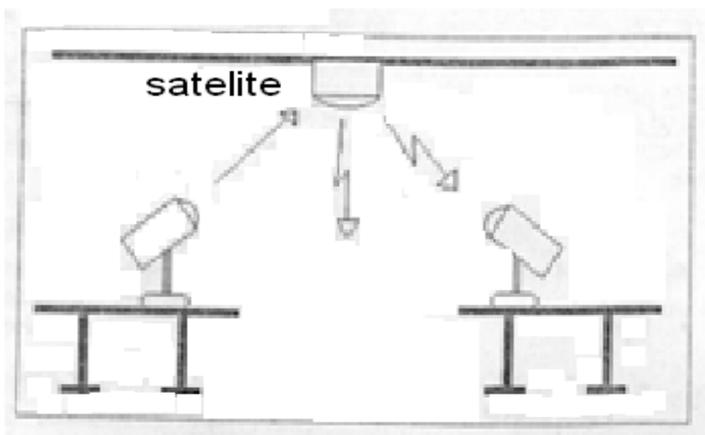


Figura 39. Modo difuso

La transmisión punto a punto es la que consume menor potencia óptica, pero no ha de haber obstáculos entre las dos estaciones. En las redes Ethernet se puede el enlace punto a punto, pero el retardo producido por el acceso al punto óptico cada estación es muy representativo en el rendimiento de la red. Es más recomendable y más fácil de implementar el modo de radiación cuasi-difuso.

En cuanto a las ventajas de los sistemas de infrarrojos, se encuentran:

1. La transmisión por rayos infrarrojos no requiere ninguna autorización especial en ningún país (exceptuando la limitación de la potencia de la señal transmitida realizada por los organismos de salud).

2. Utilizan componentes económicos y de bajo consumo energético características importantes que se han de tener en cuenta en aquellos dispositivos que deban formar parte de equipos móviles portátiles.

Entre sus limitaciones principales, hay que destacar:

1. No pueden atravesar objetos sólidos (como paredes, rocas, etc.) lo supone un freno a su capacidad de difusión. Pero al mismo tiempo, limitación supone un seguro contra receptores no deseados.

2. Debido a su alta frecuencia de emisión, presentan una fuerte resistencia las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por o dispositivos, pudiendo, además, alcanzar grandes velocidades transmisión (se han desarrollado sistemas que operan a 100 MBPS resultan muy sensibles a los objetos móviles que interfieren y perturba; comunicación entre el emisor y el receptor.

3. Las restricciones en la potencia de transmisión limitan la cobertura estas redes a unas cuantas decenas de metros.

4. La luz solar directa, las lámparas incandescentes y otras fuentes de luz brillante pueden interferir seriamente la señal.

En resumen, a pesar de sus buenas cualidades y características, la fiabilidad de las comunicaciones reduce sus posibilidades de implantación masiva. De hecho, salvo la inclusión de los sistemas por infrarrojos incorporados en la mayoría de los ordenadores portátiles y periféricos (impresoras, ratones, etc.), son muy reducidos los productos que implementan esta tecnología.

4.18 SISTEMAS DE RADIOFRECUENCIA

Las redes inalámbricas que utilizan radiofrecuencia pueden clasificarse atendiendo a su capa física.

4.18.1.1 Sistemas de banda estrecha o de frecuencia dedicada:

Esta técnica trabaja de modo similar a la forma en que se difunden las ondas desde una estación de radio. Hay que sintonizar en una frecuencia muy precisa tanto el emisor como el receptor. La señal puede atravesar paredes y se expande sobre un área muy amplia, así que no se hace necesario enfocarla. Sin embargo, estas transmisiones tienen problemas debido a las reflexiones que experimentan las ondas de radio. Hay que sintonizar de forma muy precisa para prevenir las posibles interferencias.

4.18.1.2 Sistemas basados en espectro disperso o extendido:

La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones. Organismo de EE.UU. encargado de la regulación de estos temas) a partir de 1985 permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilicen 1 watio de energía o menos, en tres bandas de frecuencias: 902 a 928 MHz, 2.400 a 2.483,5 MHz y 5.725 a 5.850 MHz. Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas 1CM (Industriales, Científicas y Médicas) o ISM (su equivalente en inglés), estaban anteriormente limitadas a su implantación en dispositivos para dichos fines. La operación sin licencia significa que FCC simplemente asigna la banda y establece las directrices de utilización, pero no decide sobre quién debe transmitir en esa banda usando determinadas zonas de frecuencia. Actualmente, algunas de estas frecuencias están siendo muy utilizados por otros dispositivos como teléfonos inalámbricos, puertas de garaje automáticas, sensores remotos y microondas, por lo que las redes inalámbricas que operan en estas bandas deben ser diseñadas para trabajar bajo interferencias

considerables. Por ello, se utiliza una tecnología desarrollada en los años 40 para proteger las comunicaciones militares. Su funcionamiento consiste en tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencias. Así, la densidad promedio de energía es menor, en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares, se reducía la densidad de energía por debajo del nivel de ruido ambiental de forma que la señal no era detectable. Esta técnica aplicada a las redes inalámbricas permite que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de Interferencias.

4.19 COMUNICACIÓN CON EL EXTERIOR

Cuando se está trabajando en una red local, puede ser necesario enviar o recibir determinada información al exterior de la red.

Estos datos pueden proceder de otro ordenador, de otra red o de un mainframe/miniordenadores y, por tanto, antes de proceder a establecer conexión con ellos, se han de resolver los problemas que existen en las comunicaciones (direccionamiento, control de errores, método de transmisión, formato, etc.).

Dentro de los equipos necesarios para realizar la transmisión de datos con el exterior de la red, se encuentran:

1. Una tarjeta RDSJ, si se va a acceder al exterior desde un ordenador utilizando RDSI.
2. Un módem si se va a acceder a un microordenador independiente o a otro sistema que está lejos y no se accede a él de forma periódica.
3. Un puente (bridg) para conectar dos redes.
4. Un encaminado (router) que dirige el paquete de datos determinando la ruta hacia su destino.
5. Una pasarela (gateway) para establecer un enlace con un mini ordenador o con un mainframe.

4.19.1 Tarjeta RDSI

Con este nombre se indica una tarjeta interna que permite conectar un único ordenador al exterior utilizando el sistema de comunicaciones RDSI. Tiene la ventaja con respecto a un modem de enviar los datos con mayor rapidez.

4.19.2 Módem

La función básica que desarrolla un módem es aceptar datos de un ordenador y convertir las señales digitales en analógicas para que se transmitan a través de la línea telefónica. Cuando los datos llegan al punto de destino, el módem receptor realiza la función inversa, es decir, vuelve a transformar las señales analógicas en digitales para que el ordenador las pueda entender.

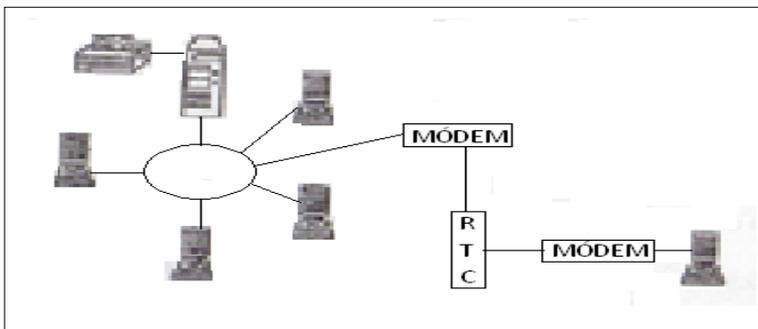


Figura 40. Representación esquemática de una estación unida a la red con un módem a través de la red telefónica conmutada (RTC).

La comunicación se puede establecer en ambos sentidos pero simultáneamente (semidúplex), o en ambos sentidos simultáneamente (dúplex). independiente el número de hilos de que consta el cableado de la forma de estable la comunicación.

La velocidad a la que puede transmitir un módem se denomina caudal canal (through put) y se mide en bits por segundo (bps). Las velocidades inferior 1.200 bps pueden también denominarse como batidlos aunque no significan lo mismo Un

baudio se refiere al cambio de estado de la señal analógica y que normalmente corresponde a un bps en velocidades inferiores a 1200 bps. Pero en velocidades superiores se consigue más de un bps por cada cambio de estado (por ejemplo un módem de 1.200 bps puede corresponder con 600 baudios)

Es necesario destacar que es importante para la velocidad del proceso que el módem cuente con una velocidad alta, ya que cuanto mayor sea la velocidad menor será el tiempo que invertirá en el proceso (por ejemplo, un módem a 2.400 bps tarda en transmitir los datos 8 veces menos tiempo que uno de 300 bps).

De todas formas, si se transmite por la red telefónica conmutada (RTB) velocidad máxima que se puede conseguir actualmente es de, aproximadamente 33.000 bps, por tanto, si se desean conseguir velocidades mayores será necesario disponer de líneas dedicadas.

Otra posibilidad que incorporan los módems es la compresión de los datos que se van a transmitir. Dichos datos están formados por texto y gráfico que normalmente contienen secuencias repetidas de información idéntica. La compresión de los datos reemplaza algunos caracteres de la información repetida con unos pocos caracteres y transmite sólo una copia de la secuencia repetida.

De esta manera se aumenta la velocidad efectiva de la transmisión (por ejemplo, un módem que transmita velocidad de 28.800 bps con una compresión de datos v.42bis puede llegar a conseguir una velocidad efectiva de 115.200 bps).

Entre las características más importantes que incorporan está la de poseer listín telefónico, donde almacena los números de teléfono y puede marcarlos automáticamente en el momento, o bien hacerlo en una fecha y hora programada. En el caso de estar la línea ocupada, vuelven a intentar la llamada al cabo de un tiempo preestablecido. También cuentan con respuesta automática a una llamada y la posibilidad de que se devuelva la llamada una vez comprobado que el emisor está

autorizado para solicitarlo. Su mayor utilidad para la expansión de una red es para el acceso remoto de una estación de trabajo móvil.

4.19.3 Puente (Bridge)

Es un sistema formado por hardware y software que permite conectar dos redes locales entre sí. Se pueden colocar en el servidor de archivos o, mejor, en el servidor de comunicaciones.

Cuando dos redes locales necesitan comunicarse entre sí, necesitan contar con un puente en cada una de ellas para poder conectarse. Ambas redes han de usar el mismo protocolo de comunicaciones.

A diferencia de un repetidor, un puente actúa sobre los paquetes de datos o tramas que se transfieren en los niveles de enlace de datos, particularmente sobre el nivel de Control de Acceso al Medio (MAC).

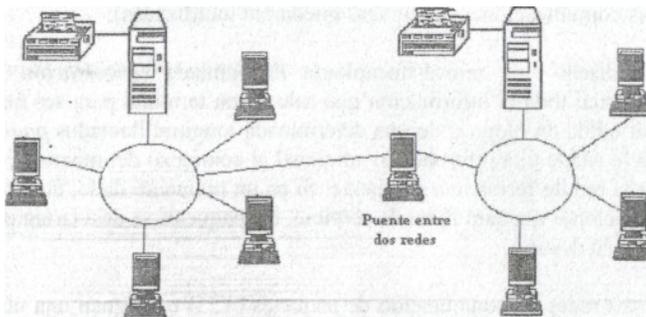


Figura 41. Representación esquemática de dos redes unidas por un puente

Sus funciones básicas son las de auto aprendizaje, filtrado y reenvío. Es decir, si necesita reenviar un paquete de datos a una dirección de red que no está incluida en su tabla de destinos, examina los campos de dirección del paquete (filtrado) y los dirige a la dirección que ha localizado (reenvió).

La utilización de puentes para unir dos redes es una idea mejor que la configuración de una red grande que englobe a ambas. La razón está en que las van perdiendo rendimiento al aumentar el tráfico y se va perdiendo tiempo respuesta, de este modo, al estar dividida la red se reduce el tráfico y el tiempo respuesta. Otra razón es el límite de expansión de la red grande. Todas las redes cu<

con un número máximo de estaciones que pueden soportar; si se desea sobrepasa número la única alternativa es crear otra red conectada por un puente.

4.19.4 Encaminador (Router)

Un encaminador no sólo incorpora la función de filtrado característica d puentes, sino que, además, determina la ruta hacia su destino. Se utiliza tanto en redes de área local como en redes de área extensa.

Los encaminadores se diferencian de los puentes en dos aspectos:

- Actúan sobre los paquetes transferidos entre los niveles de red de las estaciones, a diferencia de los puentes que lo hacen sobre el nivel de enlace de datos.
- Ambos equipos son, teóricamente, transparentes a las estaciones finales que comunican. Sin embargo, normalmente las estaciones tienen definido el encaminador al que deben dirigirse. Se basan en la utilización de un esquema de direccionamiento jerárquico (tablas de rutas) que distingue entre la dirección del dispositivo dentro de la red dirección de la red. Para ello incorporan protocolos de nivel de red.

Para realizar su función incorporan algún tipo de algoritmo, siendo uno de los más básicos el Protocolo de Información de Encaminamiento (RIP\ que calcula distancia entre el encaminador y la estación receptora de un paquete así como el número de saltos requeridos, ignorando otros tipos de atributos como el tiempo transferencia entre dos saltos, etc. Los protocolos de encaminamiento varían en función de las diferentes arquitecturas de comunicaciones de red. Existentes, por lo que se diseñan para arquitectura específica.

Existen algunos dispositivos que poseen características tanto de los puentes (transparencia a los protocolos con aprendizaje) como de los encaminadores (selección del camino óptimo) que se denominan brouterx (es la unión de bridges y routers). Este dispositivo funciona normalmente como un encaminador siempre

que los protocolos de nivel superior permitan el encaminamiento. En caso contrario funcionan ce puentes.

4.19.5 Pasarela (Gateway)

Es un sistema formado por hardware y software que permite las comunicaciones entre una red local y un gran ordenador (mainframe) o un miniordenador (porque utilizan protocolos de nivel de transporte, sesión presentación y aplicación distintos). Se suelen colocar en el servidor de comunicaciones.

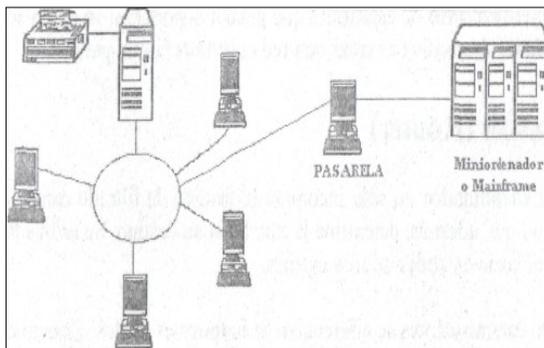


Figura 42. Representación esquemática de una red unida a un miniordenador o a un mainframe.

De este modo podrá obtener datos del mini o del mainframe o bien enviarles datos para su almacenamiento.

La pasarela realiza la traducción completa entre las familias de protocolos, proporcionando una conectividad completa entre redes de distinta naturaleza. El enlace entre ambos protocolos necesitará algún tipo de emulación que haga que la estación de trabajo imite el funcionamiento de un terminal y ceda el control al mini o al mainframe. Esta emulación se puede conseguir por medio de software (con un programa), de hardware (con una tarjeta) o de ambos. Al igual que los encaminadores, están definidos para un determinado escenario de comunicaciones.

Pero a cambio de sus ventajas, el retraso de propagación de un paquete que atraviesa una pasarela es mucho mayor que el experimentado en los otros dispositivos.

4.20 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

4.20.1 Red telefónica básica: Durante mucho tiempo la red telefónica básica (RTS) basada en técnicas analógicas ha sido el único sistema de comunicaciones que se podía utilizar para la transmisión de datos.

Se compone básicamente del propio aparato terminal telefónico, conectado mediante redes de cableado urbano a las centrales telefónicas locales. Estas, a su vez están conectadas con el resto de las centrales locales de la red a través de las céntrale de tránsito.

Toda central consta de un equipo de conmutación, que es el que permití seleccionar el abonado telefónico al que se desea llamar, y de un equipo de transmisión que es el que transmite las señales de unas centrales a otras.

Los medios de transmisión entre las centrales son muy variados, y van desde cables de pares de hilo de cobre hasta fibra óptica y comunicaciones por satélite.

A lo largo de los años las técnicas de transmisión se han ido perfeccionando desde las analógicas a las digitales, con lo que la calidad de las comunicaciones ha mejorado.

Las ventajas de la red telefónica conmutada son: su fácil acceso y la economía de costos.

Los inconvenientes son su limitada velocidad de transmisión y el lento proceso de establecimiento de cada comunicación, por lo que no es recomendable par; la transmisión de grandes cantidades de información.

4.20.2 Redes de conmutación de paquetes: A finales de los años sesenta, EE.UU. se dio cuenta de que el sistema de comunicación utilizado por la red telefónica (conmutación de circuitos) era demasiado sencillo de inutilizar (ya que si se destruía una central telefónica importante, buena parte de las comunicaciones telefónicas quedarían inutilizadas).

Se diseñó una nueva tecnología denominada conmutación de paquetes mediante la cual toda la información que sale de un terminal para ser transmitida por la red es dividida en bloques de una determinada longitud llamados paquetes. A cada paquete se le añade una información adicional al comienzo del mismo y, así, se puede mover por la red de forma independiente. Si en un momento dado, una ruta o un nodo de comunicaciones quedara fuera de servicio, los paquetes se desviarían por otras rutas para llegar a su destino.

Estas redes de conmutación de paquetes (X25) consiguen una utilización más eficiente de la red, evitan las saturaciones y aumentan la velocidad máxima disponible, así como la calidad de la comunicación.

En este tipo de redes un mismo camino físico puede llevar información de más de una comunicación, por lo que para diferenciar unas comunicaciones de otras se utiliza un camino lógico. (canal ilógico).

Cada canal lógico se va estableciendo al ir asignando a cada comunicación un número de canal lógico distinto. Este número va en la cabecera de cada uno de los paquetes y es el mismo para todos los paquetes de una misma comunicación.

El número de canales que debe tener un terminal depende del número de terminales remotos que pueden acceder a él, así como del modo de trabajo de cada uno de ellos.

4.20.3 Circuitos punto a punto: Un circuito punto a punto es un conjunto de medios que hacen posible la comunicación entre dos puntos determinados, de forma permanente y sin posibilidad de acceder a la red pública telefónica ni a

ningún otro circuito, durante las 24 horas del día, sin necesidad de realizar ningún tipo de marcado para establecer la comunicación.

Este tipo de circuitos está indicado siempre que se deseen transmitir grandes volúmenes de datos entre dos puntos o una velocidad de transmisión alta. El ancho de banda que se puede contratar puede llegar hasta los 2.048 Kbps

4.20.4 Red Digital de Servicios Integrados: La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) supone la digitalización completa, de forma que toda la comunicación que se establezca será en forma digital proporcionando una amplia gama de servicios.

La capacidad de transferencia de información entre el usuario y la RDSI está estructurada en forma de canales de transferencia de información:

- Canal A. Es un canal analógico de 4 Khz.
- Canal B. Es un canal digital de 64 Kbps que está destinado al transporte de información del usuario.
- Canal C. Es un canal digital de 8 o 16 Kbps
- Canal D. Es un canal digital de 16o 64 Kbps destinado principalmente a la transmisión de información de señalización usuario-red para el control de la comunicación, aunque también puede ser utilizado en determinadas condiciones para la transferencia de información del usuario en servicios de tele acción (tele alarma, telecontrol y tele medida) y de transmisión datos de baja capacidad.
- Canal E. Es un canal digital de 64 Kbps (usado para señales internas RDSI).
- Canal H. Es un canal digital de 384, 1.536 o 1.920 Kbps proporciona al usuario una capacidad de transferencia de la información.

Estos canales pueden ser combinados de diferente manera dando lugar a tipos de acceso:

4.20.5 Acceso básico: El acceso básico, también conocido como acceso 2B+D, BRA (Basic Rate Access) o BRI (Basic Rate Interface), proporciona al usuario dos canales B y un D de 16 Kbps

Permite establecer hasta dos comunicaciones simultáneas a 64 Kbps. Pudiendo utilizar la capacidad del canal D para la transmisión de datos a baja velocidad.

La aplicación principal de este tipo de acceso se da en las instalaciones de redes locales pequeñas dotadas de un número pequeño de terminales (hasta ocho) que necesiten transmisión digital o centralitas digitales de pequeña capacidad.

4.20.6 Acceso primario: El acceso primario, también llamado acceso 30B+D, PRA (Primary Rate Access) o PRI (Primary Rate interface), ofrece al usuario 30 canales B y un canal D de 64 Kbps, por lo que proporciona un ancho de banda de hasta 2.048 Kbps (en EE. UU. consiste en 23 canales B y un canal D de 64 Kbps por lo que proporciona un ancho de banda de hasta 1.544 Kbps).

Permite establecer hasta 30 comunicaciones simultáneas a 64 Kbps sin que esté previsto actualmente utilizar la capacidad del canal D para la transmisión de datos.

También puede utilizar otras combinaciones de canales B, HO, H11 y H12, aunque siempre respetando el límite de velocidad de 2.048 Kbps.

La principal aplicación de este tipo de acceso es la conexión a RDSI de centralitas digitales, sistemas multilínea y redes de área local de mediana y gran capacidad.

4.20.7 Acceso Híbrido: Es un método de acceso que incluye un canal A y un canal C.

CAPITULO III

5. LOS CONDUCTORES Y CABLES DE LA ANTENA

Las antenas externas se conectan a los equipos Wi-Fi mediante un cable. Salvo que sea muy corto, lo normal es que el cable que une el dispositivo Wi-Fi con la antena sea un cable de tipo coaxial. Los cables de este tipo se caracterizan por que disponen de un conductor central rodeado de una malla metálica concéntrica que le protege de las interferencias. El cable de la televisión es un ejemplo de cable coaxial (aun que no es válido para Wi-Fi).

Para conectar el cable de la antena y a los dispositivos Wi-Fi, se utilizan los conectores. Tanto la antena como los equipos Wi-Fi disponen de un conector donde se debe enchufar sus correspondientes conectores de los extremos del cable. Para poder llevar a cabo esta operación, existen unos conectores conocidos como tipo macho y otros como tipo hembra. Solo los conectores de distinto sexo pueden conectarse entre sí. Por ejemplo, en la antena suele haber un conector de tipo hembra y en el cable uno de tipo macho, esto permite conectar el cable a la antena.

Tanto el cable, como cada conector, añaden pérdidas a la señal de radio. Para evitar estas pérdidas, aparte de utilizar cables y conectores de calidad, hay que procurar utilizar un cable lo más corto posible y el número de conectores imprescindibles. Esto último quiere decir que hay que evitar utilizar conectores para extender la longitud del cable o para adaptar tipos de cables o conectores.

5.1 TIPOS DE CONECTORES

La utilización de los conectores parece muy sencilla, pero todo se complica por el hecho de que no existe una regulación que especifique como deben ser los conectores. Esto trae consigo que existen muchos modelos distintos de conectores, algunos muy extendidos y otros específicos de un fabricante (conectores propietarios). Por ejemplo Cisco y LinkSys utilizan conectores TNC, los equipos Intel tienen conectores BNC y Avaya y Orinoco utilizan conectores de diseño propio. El hecho se agrava si tenemos en cuenta que el tipo de conector de la antena suele ser distinto del tipo de conector del equipo Wi-Fi.

5.2 EL NACIMIENTO DE WI-FI

El problema principal que pretende resolver la normalización es la compatibilidad no obstante, como hemos visto, existen distintos estándares que definen distintos tipos de redes inalámbricas. Esta variedad produce confusión en el mercado y descoordinación en los fabricantes. Para resolver este problema, los principales de solución inalámbricas (3com, Aironet, Intersil, Lucent Technologies, Nokia y Symbol Technologies) crearon en 1999 una asociación conocida como WECA (Wireless Ethernet compability Alliance, "Alianza de Compatibilidad Ethernet 7 Inalámbrica"). El objetivo de esta asociación fue crear una marca que permitiese fomentar más fácilmente la tecnología inalámbrica y asegurarse la compatibilidad de equipos.⁸

De esta forma desde abril del 2000, WECA certifica la interoperatividad de equipos según la norma IEEE 802.11b bajo la marca Wi-Fi (Wireless fidelity, "fidelidad inalámbrica"). Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas independientemente del fabricante de cada uno de los sellos. Se puede conseguir

⁸ Libro wi-fi como construir una red inalámbrica 2da edición autor José a caballar capítulo 3 colocar una antena externa pág. 169

un listado completo de equipos que tienen la certificación Wi-Fi en www.wirelessethernet.org/certified_products.asp.

En el año de 2002 eran casi 150 los miembros de la asociación WECA.

Como la norma 802.11b ofrece una velocidad máxima de transferencia de 11 Mbps y ya existen estándares que permiten velocidades superiores, WECA no se ha querido quedar atrás. Por este motivo, WECA anuncio que empezaría a certificar también los equipos IEEE 802.11^a de la banda de 5 GHz mediante la marca Wi-Fi5.

5.2.1 Compatibilidad entre Wi-Fi y Ethernet:

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que, en lo único en que se diferencia una res Wi-Fi de una red Ethernet, es una forma en cómo los ordenadores y terminales en general acceden a la red; el resto es idéntico. Por tanto una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales de cable 802.3 (Ethernet).

5.3 QUE ES UN PROTOCOLO

Cuando una persona pretende comunicarse con otra, lo primero que se hace es llamar su atención (“perdone”, “oye”, etc.); luego, comprueba que la otra persona le atiende para a continuación, transmitirle la información que desea. Durante la comunicación, lo normal es que la persona que habla se asegure de que la persona que escucha este entendiendo lo que se dice. Para ello, espera recibir gestos de asentamiento o palabras de asimilación. Si el que hable no recibe estos mensajes, interpretara que lo que dice no es entendido y lo volverá a decir. Finalmente, mediante mensajes preestablecidos, se da por concluida la comunicación (“adiós”, “hasta luego”, etc”).

Pues bien, la transmisión de datos entre ordenadores también requiere llevar a cabo estos mismos procedimientos. En cualquier comunicación, bien sea entre personas o entre máquinas, siempre hacen falta una serie de normas que regulen dicho proceso. En el caso de las comunicaciones entre personas, las normas las establece la sociedad y son aplicadas por cada persona de acuerdo con la educación que haya recibido; en el caso de las máquinas, las normas las establecen los organismos de normalización (IEEE, ETSI, UIT, etc.) y son aplicadas por los ordenadores de acuerdo con el protocolo o conjunto de protocolos que se está utilizando.

Obviamente, aunque existen grandes similitudes de procedimiento, la diferencia fundamental entre personas y máquinas es que las personas están dotadas de inteligencia y pueden adaptarse fácilmente a situaciones imprevistas, además de tener inventiva y capacidad de resolver situaciones nuevas. Los ordenadores sin embargo, deben tener protocolos muy estrictos, que tengan previstos todos los posibles casos que se puedan presentar en una comunicación, sin dejar nada al azar.

En definitiva, un protocolo no es más que un conjunto de reglas que emplean dos equipos informáticos para dialogar entre sí, de forma que puedan establecer y mantener una comunicación sin errores.

Para que los protocolos puedan llevar a cabo sus objetivos, necesitan añadir ciertos datos de control a la información original a transmitir. Estos datos adicionales son incluidos por el terminal emisor y suprimidos por el terminal receptor antes de entregar la información al destino.

En un principio, cada fabricante establecía los procedimientos de comunicación de sus propios equipos, siendo casi imposible conectar equipos de fabricantes distintos. Con la expansión de la informática, se hizo evidente que era necesario disponer de protocolos normalizados que permitiesen la interconexión de equipos independientemente de quien los fabricase. Con esta idea, a lo largo de los años

han ido apareciendo distintos protocolos normalizados, cada uno de ellos dedicados a distintas aplicaciones o cubriendo distintas necesidades. Muchos de estos protocolos normalizados han surgido a partir de los protocolos desarrollados por empresas u organismos concretos (caso de TCP/IP para interconexión de redes de internet), mientras otros han sido desarrollados por los organismos de normalización (Wi-Fi).

De forma práctica, los protocolos de comunicación son unos programas que se instalan tanto en el terminal origen, como en el destino de la comunicación. Parte de estos programas residen en el propio hardware del equipo, otra parte puede venir incorporada en el sistema operativo y la restante puede ser instalada por el usuario en el momento de configurar el equipo.

5.4 COMO FUNCIONA WI-FI

Una red Wi-Fi puede estar formada por dos ordenadores o por miles de ellos. Para que un ordenador pueda comunicarse de forma inalámbrica, necesita que se le instale un adaptador de red. **Un adaptador de red** es un equipo de radio (con transmisor, receptor y antena) que puede insertado o conectado a un ordenador, PDA o cualquier otro equipo susceptible de formar parte de la red (impresoras, etc.).

De forma general, a los equipos que forman parte de una red inalámbrica se les conoce como **terminales**.

Aparte de los adaptadores de red, las redes Wi-Fi pueden disponer también de unos equipos que reciben el nombre de **puntos de acceso** (AP o Access Points, en inglés). Un punto de acceso es como una estación base utilizada para gestionar las comunicaciones entre los distintos terminales. Los puntos de acceso funcionan de forma autónoma, sin necesidad de ser conectados directamente a ningún ordenador.

Tanto a los terminales como a los puntos de acceso se les conoce por el nombre general de **estación**.

Las estaciones se comunican entre sí gracias a que utilizan la misma banda de frecuencias y a que internamente tienen instalados el mismo conjunto de protocolos. Aunque los protocolos que utiliza Wi-Fi están basados en las siete capas del modelo de referencia OSI, el estándar IEEE 802.11b solo define las dos primeras capas (física y enlace); el resto de las capas son idénticas a las empleadas en las redes locales cableadas e Internet y se conoce con el nombre de conjuntos de protocolos IP (Internet Protocol o "Protocolo Internet").

MODELOS OSI			PROTOCOLOS
7	Aplicación	IP	HTTP, FTP, SMTP
6	Presentación		DNS, LDAP
5	Sesión		
4	Transporte		UDP, TCP
3	Red		ICMP, RSVP
2	Enlace	IEEE 802	LLC, MAC
1	Físico		Físico

Tabla 13. Relación de los protocolos de red local

Los diferentes estándares, incluido IEEE 802.11, permiten que aparezcan nuevas versiones de ese mismo estándar simplemente modificando una de las capas. Esto facilita no solo la evolución de los estándares, sino que un mismo equipo pueda ser compatible con distintas versiones de un estándar. Por ejemplo, IEEE 802.11b solo

se diferencia de IEEE 802.11 en que su capa física permite transmitir datos a alta velocidad.

5.5 ESPECTRO EXPANDIDO

En cuanto a la utilización del medio radioeléctrico, la tecnología básica en la que se basa el funcionamiento de los sistemas inalámbricos en el sistema conocido como espectro expandido (spread spectrum en inglés).este sistema consiste en que el ancho de banda real utilizado en la transmisión es superior al estrictamente necesario para la transmisión de la información. Lo que se consigue con esto es un sistema muy resistente a las interferencias de otras fuentes de radio, resistente a los efectos de eco (multipath) y que puede coexistir con otros sistemas de radiofrecuencia sin verse afectado y sin influir en su actividad. Estas ventajas hacen que la tecnología de espectro expandido sea la más adecuada en las bandas de frecuencia para las que no se necesita licencia.

Existen distintas técnicas de espectro expandido entre las que se encuentra la tecnología CDMA utilizada en la tercera generación de telefonía móvil. Obstante, IEEE 802.11 contempla solo dos técnicas distintas de espectro expandido.

- FHSS (frequency hopping spectrum, "espectro expandido por salto de frecuencia"), con la que se consiguen velocidades de transmisión de 1 Mbps
- DSSS (direct sequence spread spectrum, "espectro expandido por secuencia directa"), con la que consiguen velocidades de transmisión de 2 Mbps En versiones posteriores de este sistema se han conseguido velocidades superiores.

Dependiendo de la velocidad en la que se van a transmitir los datos, la norma IEEE 802.11 utiliza una técnica u otra.

En 1999 el IEEE sacó una nueva versión de DSSS que permita transmitir datos a 11 Mbps Esta nueva DSSS está recogida en la norma IEEE 802.11b. Por esta

razón, al 802.11 también se la conoce como 802.11 DSSS o 802.11 HR (high rate, "alta velocidad").

A pesar de esto, en la práctica, la velocidad de 11 Mbps no es totalmente real debido a distintas razones;

- ✓ Las interferencias u ruidos hacen que la velocidad real baje
- ✓ El propio protocolo consigue menos rendimiento que en sistemas cableados.
- ✓ Las conexiones a los puntos de acceso son un cuello de botella.

Por otro lado, la mayoría de las tarjetas inalámbricas de las estaciones son semiduplex (solo contienen un equipamiento de radio), por lo que pueden transmitir o recibir, pero no ambas cosas simultáneamente.⁹

MODELO ISO	MODELO 802.11	TECNICAS DE DIFUSION DE 802.11				
Capa de enlace	LLC					
	MAC					
Capa física	PLCP	DSSS 802.11	FHSS 802.11	Infrarrojos 802.11	DSSS-HR 802.11b	OFDM 802.11a
	PMD					

Tabla 14. Capas físicas y de enlace del estándar IEEE 802.11

Además de las técnicas de difusión comentadas anteriormente, con la nueva versión IEEE 802.11^a salió una nueva técnica conocida como OFDM (orthogonal frequency división multiplexing, "multiplexacion ortogonal por división de frecuencias") con las que se consiguen velocidades de trasmisión de hasta 54 y 100 Mbps.

5.5.1 Hedí Lamar y George antheil: Curiosamente, la patente de las técnicas de espectro expandido no la registraron los militares norteamericanos ni ninguna universidad o empresa afamada, si no la actriz austriaca hedy lamarr (su nombre original era hedwing eva maría kiesler, 1913-2000) y el músico norteamericano George antheil (1900-1959). Ambos desarrollaron la idea en tiempos de la segunda

guerra mundial de un sistema secreto de comunicaciones. Esta idea la patentaron en 1942. La idea se basaba en que, en vez de realizar una transmisión utilizando siempre la misma frecuencia, se utilizaran distintas frecuencias preestablecidas y hacer cambiar la frecuencia utilizada cada corto tiempo para evitar ser interceptados. El problema de la idea de lamarr y antheil es que no había tecnología suficiente para ponerla en práctica. Aunque los militares norteamericanos le dieron uso en la década de los sesenta, no ha sido hasta los años noventa, en la era de la tecnología de radio digital, cuando se la ha dado un uso comercial a este sistema. Desgraciadamente, la patente de lamarr y antheil expiraba en 1959, por lo que no ha podido repercutirles económicamente.

Lamarr fue una actriz muy conocida en los años cuarenta y cincuenta. Sobre todo obtuvo mucha notoriedad en la película *ecstasy* (1933) con su escena de 10 minutos en la que aparecía nadando desnuda. Por su parte, antheli escribía música ultramoderna en los años veinte. Todas unas personas adelantadas a su tiempo.

5.5.2 FHSS: La técnica FHSS (frequency spread spectrum, "espectro expandido por salto de frecuencia") consiste en dividir la banda de frecuencias en una serie de canales e ir transmitiendo la información saltando de un canal a otro de acuerdo con un patrón de saltos (spreading cade o hopping code) conocido tanto como para el emisor como por el receptor. El tiempo máximo que se debe permanecer en cada frecuencia está regulado en 400 mseg.

El inconveniente de FHSS es que tiene la necesidad de sincronizar el emisor y el receptor en la frecuencia a utilizar en cada momento. Este problema fue resuelto por los ingenieros de sylvanis electronic systems a finales de los años cincuenta.

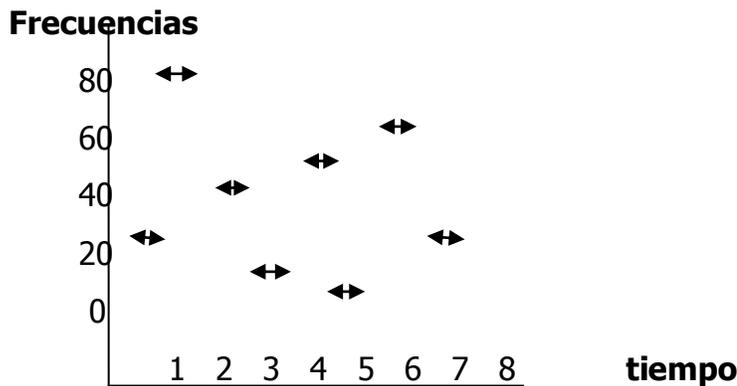


Figura 43. Sistema FHSS

El estándar IEEE 802.11 definió en 1997 que cada canal de FHSS tuviera un ancho de banda de 1 MHz dentro de la banda de frecuencias de 2.4 GHz. El ancho de banda total disponible y, por tanto, el número total de canales disponibles varía de acuerdo con el marco regulatorio de cada país o área geográfica. En cualquier caso, siempre existen tres juegos de secuencias de saltos.

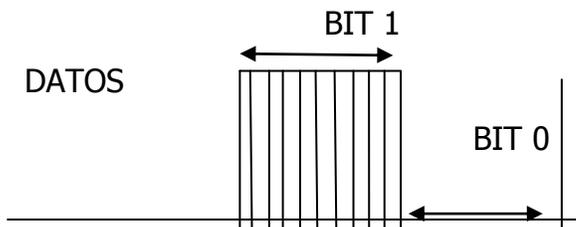
La técnica FHSS reduce las interferencias porque, en el peor de los casos, la interferencia afectará exclusivamente uno de los saltos de frecuencia, liberándose a continuación de la interferencia a saltar a otra frecuencia distinta. El resultado es que el número de los bits erróneos es extremadamente bajo.

Otra de las ventajas de FHSS es que permite que coexistan varias comunicaciones en la misma banda de frecuencias. Para ello, cada comunicación debe tener un patrón de saltos con distinta secuencia.

A pesar de que el estándar original IEEE 802.11 incluía el sistema FHSS, no existe ninguna instalación real que utilice este sistema. La razón es que la velocidad máxima que se consigue con la técnica FHSS es de unos 3 Mbps (aunque solo está normalizada la velocidad de 1 Mbps⁹). No obstante, es posible que un futuro se consiga velocidades superiores. Se habla de hasta 15 Mbps

AREA GEOGRAFICA	SECUENCIA DE SALTOS	NUMERO DE CANALES
Norteamérica (2.4-2.4835 GHz)	Secuencia 1; 0,3,6,9,12,15,,18,21,24,27,30,33,36,39,42,25,48,51,,54,57,60,63,66,69,72,75 Secuencia 2; 1,4,7,10,13,16,19,22,25,,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,61,64,67,70,73,76 Secuencia 3: 2,5,8,11,14,17,20,23,26,39,32,35,38,41,44,47,50,53,56,59,62,65,68,72,74,77	79
Europa (2.4 – 2.4835 GHz)	Secuencia 1; 0,3,6,9,12,15,18,21,24 Secuencia 2; 1,4,7,10,13,16,19,22,25 Secuencia 3; 2,5,8,11,14,17,20,23,26	27
Francia(2.4465-2.4835 GHz)	Secuencia 1; 0,3,6,9,12,15,18,21,24,27,30 Secuencia 2; 1,4,7,10,13,16,19,22,25,28,31 Secuencia 3; 2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32	35
Japón (2.471-2.497 GHz)	Secuencia 1: 6,9,12,15 Secuencia 2; 7,10,13,16 Secuencia 3; 8,11,14,17	23

Tabla 15. Secuencias de salto de frecuencias de IEEE 802.11 en distintas áreas geográficas



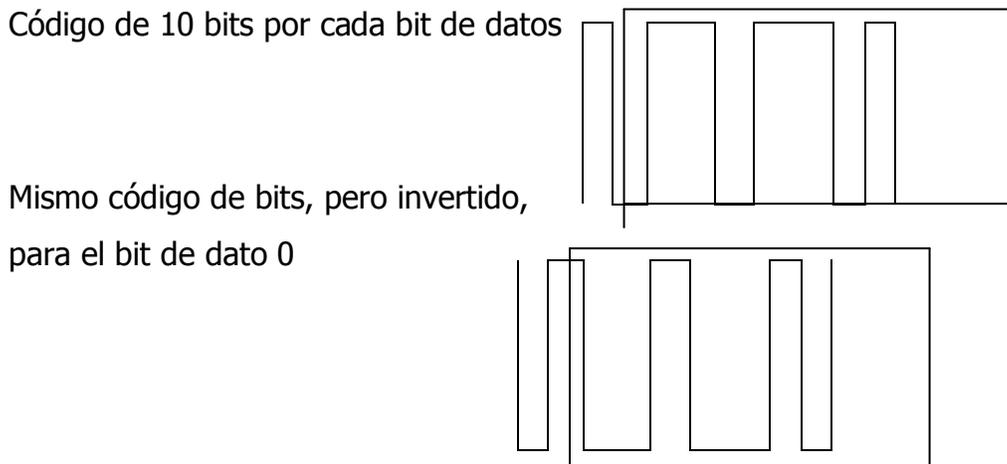


Figura 44. Principios del sistema DSSS.

5.5.3 DSSS: La técnica DSSS se basa en sustituir cada bit de información por una secuencia de bits conocida como chip o código de chips. Estos códigos de chips permiten a los receptores eliminar por filtrado las señales que no utilizan la misma secuencia de bits. Entre las señales que son eliminadas se encuentra el ruido y las interferencias.

El código de chips permite al receptor identificar los datos como pertenecientes a un emisor determinado. El emisor genera un código de chips y, solo los receptores que conocen dicho código pueden descifrar los datos. Por tanto, en teoría, DSSS permite que varios sistemas puedan funcionar en paralelo; cada receptor filtrara exclusivamente los datos que se corresponden en su código de chips. Por otro lado, cuanto más largo es el código chips, más resistente será el sistema a las interferencias y mayor número de sistemas podrán coexistir simultáneamente. La norma IEEE 802.11 recoge que la longitud mínima del código de chips debe ser de 11.

En la práctica, la coexistencia de sistemas no se consigue por el uso de distintos códigos de chips, si no por el uso de distintas bandas de frecuencias. Un sistema DSSS de 11Mbps (IEEE 802.11b) necesita un ancho de banda de 22 MHz, siendo la distancia mínima entre portadoras de 30 MHz. Como el ancho de banda

disponible en la banda de 2.4 GHz (en el área regulada por el FCC) es de 83.5 MHz), solo es posible la coexistencia de tres sistemas DSSS en el mismo lugar.

5.5.4 OFDM: OFDM (orthogonal frequency division multiplexing "multiplexación ortogonal por división de frecuencias") es la técnica de gestión de frecuencias utilizada por IEEE 802.11a. Esta técnica divide en ancho de banda en subcanales más pequeños que operan en paralelo. De esta forma se consigue llevar a velocidades de transmisión de hasta 54 Mbps (100 Mbps soluciones propietarias). La técnica OFDM fue patentada por bell lebs en 1970 y está basada en un proceso matemático llamado FFT (fast Fourier transform, "transformada rápida de Fourier") OFDM divide la frecuencia portadora en 52 subportadoras solapadas de 48 de estas subportadoras son utilizadas para transmitir datos y las otras cuatro para poder alinear las frecuencias en al receptor. Este sistema consigue un uso muy eficiente de espectro radioeléctrico.

OFDM puede transmitir datos a distintas velocidades, utilizando distintas técnicas de modulación en cada una de ellas. Las velocidades normalizadas que admite OFDM son 6, 9, 12, 18, 24, 36,48, y 54 Mbps

Una de las ventajas de OFDM es que consigue una alta resistencia a las interferencias producidas por las ondas reflejadas en los objetos del entorno (eco o multipath) estas ondas llegan al receptor con distinta amplitud y a distinto tiempo que la señal principal produciendo interferencias. Estas interferencias son un problema a velocidades superiores a 4 Mbps; por este motivo, se utilizan técnicas (como OFDM) que mitiguen este efecto.

VELOCIDAD	TECNICA DE MODULACION	BITS POR SEÑAL
6 Mbps	BPSK	1
9 Mbps	BPSK	1
12 Mbps	QPSK	2

18 Mbps	QPSK	2
24 Mbps	QAM-16 (BPSK)	4
36 Mbps	QAM-16 (BPSK)	4
48 Mbps	QAM-64 (QPSK)	6
54 Mbps	QAM-64 (QPSK)	6

Tabla 16. Técnicas de modulación utilizadas por IEEE 802.11a

5.6 MODULACION DE LA SEÑAL

Para poder transmitir la señal inalámbrica, hace falta definir un método de difusión de la señal y un método de modulación de la señal. La modulación consiste en modificar una señal pura de radio para incorporarle la información a transmitir. La señal base a modular recibe el nombre de portadora (carrier en ingles). Lo que se le cambia a la portadora para modularla es su amplitud, frecuencia, fase o una combinación de estas. Mientras mayor es la velocidad de transmisión, más complejo es el sistema de modulación. Las técnicas de modulación utilizadas en IEEE 802.11 son las siguientes:

- BPSK (Binary Phase-Shift Keying, "Modulación Binaria por Salto de Fase")
- QPSK (Quadrature Phase- Shift Keying, "Modulación por Salto de Fase en Cuadratura")
- GFSP (Gaussian Frequency-Shift Keying, "Modulación Gausiana por Salto de frecuencia")
- CCK (Complementary Code Keying, "Modulación de Código Complementario")

Una vez emitida la señal modulada, el receptor tiene que recibir la señal, sincronizar el código de difusión y de modular la información. Los sistemas FHSS son más complicados de sincronizar que los sistemas DSSS. En el primer caso hay que sincronizar tiempo y frecuencia y en el segundo, solo el tiempo.

5.7 MAC EL CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

La capa MAC define los procedimientos que hacen posible que los distintos dispositivos compartan el uso de este espectro radioeléctrico. Mientras que las distintas versiones del estándar 802.11 utilizan distintos sistemas para difundir su señal (su capa física es distinta), la capa MAC es la misma para todas ellas.

Es interesante también el hecho de que la capa MAC sea muy similar a la utilizada por la red Ethernet. Ambas utilizan la técnica conocida como CSMA (Carrier Sense Multiple Access, "Acceso Multiple por Detección de Portadora"). No obstante, la versión cableada (Ethernet) utiliza la tecnología CD (Collision Detection, "Detección de Colisión"), mientras que la versión inalámbrica utiliza la tecnología CA (Collision Avoidance, "Evitación de Colisión"). Una colisión se produce cuando dos terminales intentan hacer uso del medio físico simultáneamente. La tecnología CD detecta que se ha producido una colisión y retransmite los datos, mientras que la tecnología CA dispone de procedimientos para evitar que se produzcan colisiones.

La razón de que haya dos sistemas es que, cuando el medio es un cable, un terminal puede transmitir y recibir al mismo tiempo, por lo que puede detectar las colisiones. Por el contrario, en el medio radioeléctrico un terminal no puede transmitir y recibir al mismo tiempo por el mismo canal (la transmisión dejaría opaca a la recepción), por lo que, al no poder detectar las posibles colisiones, no hay más remedio que disponer de una técnica que las evite.

5.7.1 Evitar las colisiones: Entre la capa MAC y la capa física se intercambian tres tipos de paquetes de datos: de control, de gestión y de información.

MAC tiene dos funciones distintas para coordinar la transferencia de datos:

5.7.1.1 PCF (Point Coordination Function, "Función de Coordinación del Punto") facilita un sistema para poder transmitir el tráfico que es sensible a los retardos y que requiere un tratamiento especial evitando las demoras. A la estación que hace

uso de esta función se le llama coordinador del punto, PC (Point Coordinator). El PC emite una señal guía con la duración del periodo de tiempo que necesita disponer del medio. Las estaciones que reciben esta señal no emiten durante ese tiempo.

5.7.1.2 DCF (Distributed Coordination Function, "Función de Coordinación Distribuida") facilita un sistema que permite compartir el medio físico (radioeléctrico, infrarrojos, etc.) entre todas las estaciones de la red. Para ello, DCF define los mecanismos que le permiten a las estaciones negociar el acceso al medio físico, así como los mecanismos que aseguran la entrega de los datos a las estaciones. A través de DCF se transmiten los datos que no son sensibles a los retardos.

La función DCF se encuentra con un problema y es que una de las diferencias de los medios cableados frente a los inalámbricos es que en estos últimos es mucho más complicado detectar las colisiones. Dos estaciones que no se ven entre sí pueden iniciar una comunicación simultáneamente sin percatarse de la colisión. DFC dispone de una función para impedir la colisión que evita este problema.

Los mecanismos CSMA/CA de detección de la colisión consisten en comprobar si el medio esta en uso antes de empezar a transmitir. Si el medio esta en uso, se espera un tiempo antes de volver a hacer la comprobación. El tiempo que espera cada estación tiene una duración aleatoria (generada por cada estación entre un tiempo mínimo y un máximo) para evitar que haya colisiones sucesivas indefinidas. La función DCF contempla un mecanismo físico y otro lógico de detección de colisión. Al mecanismo físico se le conoce como CCA (Clear Channel Assessment, "Valoración de la Disponibilidad del Canal"). Por ejemplo cuando hablamos de un medio radioeléctrico, este mecanismo puede consistir en comprobar si en el medio existe cualquier señal DSSS o cualquier otra señal con un nivel de energía superior a un umbral.

El mecanismo físico de detección de colisión es muy eficiente, pero no es eficaz cuando dos estaciones de una misma red que no se ven entre ellas emiten al mismo tiempo. Esto se conoce con el nombre de problema del nodo oculto. Para evitar estos casos, se dispone del sistema lógico de detección de colisión. Este sistema consiste en intercambiar la información del uso del medio a través de tramas de control. A estas tramas de control se les conoce como RTS (Request to Send, "Solicitud para Enviar") y CTS (Clear to Send, "Listo para Enviar"). Como esta información de control añade más datos de control a la transmisión en el detrimento de los datos de información (baja el rendimiento del protocolo), en aquellos casos en los que se disponga de un medio físico con poca probabilidad de colisiones se puede deshabilitar el mecanismo de detección de colisión, o habilitarlo exclusivamente para aquellos paquetes de datos que tengan un tamaño superior a uno determinado.

Cuando una estación de una red va a transmitir información, primero envía una trama RTS al punto de acceso donde facilita información del destinatario de la transmisión, el remitente y el tiempo que ocupara dicha transmisión. El punto de acceso responde con una trama CTS que reciben todas las estaciones que están en el área de cobertura del punto de acceso. En esta trama CTS se incluye el tiempo de ocupación del medio; por tanto, las estaciones saben el tiempo que estará ocupado el medio y no intentaran hacer ninguna transmisión hasta que dicho tiempo no haya pasado.

Por cierto, cuando el destinatario ha recibido toda la información, emite una trama ACK (acknowledgment, "conocimiento") para indicarle al emisor que todo está bien. Si el emisor no recibe la trama ACK que espera, aguardara un tiempo antes de dar la transmisión por errónea y volver a hacer el envío.

5.8 Los Servicios: Como hemos visto, las redes inalámbricas IEEE 802.11 están formadas por terminales y puntos de acceso y ambos reciben el nombre de

estaciones. La capa MAC define como las estaciones acceden al medio mediante lo que llama **servicios de estaciones**. De la misma forma, define como los puntos de acceso gestiona la comunicación mediante lo que llama **servicios de distribución**.

Los servicios de estación de la capa MAC son los siguientes;

5.8.1 Autenticación: comprueba la identidad de una estación y la autoriza para asociarse. En una red cableada lo que identifica a un terminal como parte de la red es el hecho de estar conectado físicamente a ella. en una red inalámbrica no existe la conexión física, por lo que, para saber si un terminal forma o no parte de la red, hay que comprobar si identidad antes de autorizar si asociación con el resto de la red.

5.8.2 Des autenticación: Cancela una autenticación existente. Este servicio da por concluida la conexión cuando una estación pretende desconectarse de la red.

5.8.3Privacidad: Evita el acceso no autorizado a los datos gracias al uso del algoritmo WEP (wire equivalency protocol, "protocolo de equivalencia con red cableada). Este algoritmo pretende emular el nivel de seguridad que se tiene en las redes cableadas.

5.8.4 Entrega de Datos: Facilita la transferencia de datos entre estaciones.

Por su lado, los servicios de distribución son estos otros;

5.8.5 Asociación: para que un terminal pueda comunicarse con otros terminales a través de un punto de acceso, debe primero ser asociado a dicho punto de acceso. Asociación significa asignación del terminal al punto de acceso haciendo que esta sea el responsable de la distribución de datos a, y desde, dicho terminal.

En las redes con más de un punto de acceso, un terminal solo puede estar asociada a un punto de acceso simultáneamente.

5.8.6 Des asociación: Cancela una asociación existente, bien porque el terminal sale del área de cobertura de un punto de acceso, o porque el punto de acceso termina la conexión.

5.8.7 Reasociación: transfiere una asociación entre dos puntos de acceso. Cuando un terminal se mueve del área de cobertura de un punto de acceso a la de otro, su asociación pasa a depender de este último.

5.8.8 Distribución: cuando se transfieren datos de un terminal a otro, el servicio de distribución se asegura de que los datos alcancen su destino.

5.8.9 Integración: facilita la transferencia de datos entre la red inalámbrica IEEE 802.11 y cualquier otra red (por ejemplo; internet o Ethernet)

Los puntos de acceso utilizan tanto los servicios de estaciones como los servicios de distribución, mientras que los terminales solo utilizan los servicios de estaciones.

SERVICIO MAC	DEFINICION	TIPO DE ESTADO
Autenticación	Comprueba la identidad de una estación y la autoriza para asociarse	Terminales y puntos de acceso
Des autenticación	Cancela una autenticación existente	Terminales y puntos de acceso
Asociación	Asigna el terminal al punto de acceso	Puntos de acceso
Des asociación	Cancela una asociación existente	Puntos de acceso

Reasociación	Transfiere una asociación entre dos puntos de acceso	Puntos de acceso
Privacidad	Evita el acceso no autorizado a los datos gracias al uso del algoritmo WEP	Terminales y puntos de acceso
Distribución	Asegura la transferencia de datos entre estaciones de distintos puntos de acceso	Puntos de acceso
Entrega de datos	Facilita la transferencia de datos entre estaciones	Terminales y puntos de acceso
Integración	Facilita la transferencia de datos entre redes Wi-Fi y no Wi-Fi	Puntos de acceso

Tabla 17. Servicios de la capa MAC

5.8.10 La Gestión: Tanto la capa física como la capa MAC están divididas en capacidades de gestión y transferencias de datos. Lo que se conoce como PLME (PHY layer management entity "entidad de gestión de la capa física") es quien se encarga de la gestión de la capa física, mientras que lo que se conoce como MLME (MAC layer management entity "entidad de gestión de la capa MAC) es quien se encarga de la gestión de la capa MAC, PLME, y MLME intercambian información a través de MIB (management information base, "base de datos de la información de gestión"). Esta es una base de datos e las características físicas (velocidad de transmisión, niveles de potencia, tipo de antena, etc.) De las estaciones.

5.8.11 El flujo de Datos: Los datos que se van a transmitir por el medio radioeléctrico proceden de las capas superiores (formato IP) y se pasan a la capa LLC (logical link control "control lógico del enlace"). La capa LLC le pasa estos datos a la capa MAC, quien, a su vez, se los pasa a la capa física para su emisión.

LLC. Control Lógico del Enlace		
MAC. Control de acceso al medio	MLME. Entidad de gestión de capa MAC	MIB. Base de
PLCP. Procedimiento de convergencia de la capa física	PLME. Entidad de gestión de la capa física	
PMD. Dependiente del medio físico		

Tabla 18. Interfaces de la capa MAC y física

Los paquetes de datos que se intercambian entre las capas LLC y MAC se conocen como MSDU (MAC Service Data Unit, "Unidad de Datos del Servicio MAC"), mientras que los paquetes de datos que se intercambian entre las capas MAC y física reciben el nombre de MPDU (MAC protocol data unit, "Unidad de Datos del protocolo MAC"). En la capa física, quien recibe estos datos es PLCP, quien es responsable de convertir los datos MPDU a un formato compatible con el medio físico.

5.9 LA ESTRUCTURA DE RED

La topología de una red es la arquitectura de la red, la estructura jerárquica que hace posible la interconexión de los equipos. IEEE 802.11 y, por tanto, Wi-Fi, contempla tres topologías distintas:

5.9.1 IBSS (Independent Basic service Set, "conjunto de servicios básicos independientes"). Esta modalidad está pensada para permitir exclusivamente comunicaciones directas entre los distintos terminales que forman la red. En este caso no existe ningún terminal principal que coordine al grupo, no existe punto de acceso. Todas las comunicaciones son directas entre dos o más terminales del grupo. A esta modalidad se la conoce también como ad hoc, independiente o de igual a igual (peer-to-peer en inglés).

5.9.2 BSS (Basic Service Set, "Conjunto de servicios Basicos"). En esta modalidad se añade un equipo llamado punto de acceso (AP o Access

Point en ingles) que realiza las funciones de coordinación centralizada de la comunicación entre los distintos terminales de la red. Los puntos de acceso tienen funciones de buffer (memoria de almacenamiento intermedio) y de Gateway (pasarela) con otras redes. A los equipos que hacen de pasarelas con otras redes externas se les conoce como portales. A esta modalidad de BSS también se la conoce como modo infraestructura.

5.9.3 ESS (Extended Service Set, "Conjunto de servicios extendido"). Esta modalidad permite crear una red inalámbrica formada por más de un punto de acceso. De esta forma se puede extender el área de cobertura de la red, quedando constituida por un conjunto de celdas pegadas unas a otras. Una red ESS está formada por múltiples redes BSS.

En las modalidades BSS y ESS todas las comunicaciones pasan por los puntos de acceso. Aunque dos terminales están situados uno junto al otro, la comunicación entre ellos pasara por el punto de acceso al que estén asociados. Esto quiere decir que un terminal no puede estar configurado para funcionar en la modalidad ad hoc (IBBS) y de infraestructura (BSS) a la vez.

5.9.4 HIPERLAN FRENTE A 802.11^a

Hiperlan/1 fue el primer estándar europeo para redes de área local inalámbricas. Este estándar utiliza la banda de los 5 GHz y alcanza velocidades de transmisión de 24 Mbps Hiperlan/1 fue sustituido por Hiperlan/2, más robusto que la anterior y que permite velocidades de hasta 54 Mbps (igual que 802.11a). El estándar Hiperlan es responsabilidad del proyecto BRAN (Broadband Radio Area Network, "Red Local de Banda Ancha Vía Radio") del instituto europeo ETSI (European

Telecommunications Standards Institute, "Instituto Europeo de Normalización en Telecomunicaciones").

La capa física de Hiperlan es prácticamente idéntica a IEEE 802.11a. La mayor diferencia radica en la capa MAC. Mientras que IEEE 802.11^a pretende ser simplemente una versión inalámbrica de 802.3, Hiperlan está diseñado de una forma más ambiciosa: soporta aplicaciones en las que el tiempo de respuesta es crítico, define interfaces de redes de tercera generación, redes ATM (Asynchronous Transfer Mode, "Modo de Transferencia Asíncrono") y Firewire (IEEE 1394). Además, para conseguir una mejor utilización del espectro radio eléctrico, Hiperlan considera características como TPC (Transmission Power Control, "Control de la Potencia de Transmisión") o DFS (Dynamic Frequency Selection, "Selección Dinámica de Frecuencia").

CARACTERÍSTICA	802.11a	802.11a	802.11a	HiperLAN2
Regulador	IEEE (USA)	IEEE (USA)	IEEE (USA)	ETSI (Europ)
Banda de frecuencia	5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	5 GHz
Modulación	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM
Rango de velocidades (Mbps)	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6	11, 5, 5, 2 y 1	54, 36, 33, 24, 22, 12, 11, 9, 6, 5, 5, 2 y 1	54, 36, 27, 18, 12, 9 y 6
Número de canales sin sobreposición	8	3	3	8
Ancho de banda en un área	432 Mbps (8 x 54)	33 Mbps (3 x 11)	162 Mbps (3 x 54)	432 Mbps (8 x 54)
Usuarios por canal (throughput)	512	192	192	512

Compatibilidad	Wi-Fi5	Wi-Fi	Wi-Fi	
A destacar	Alta velocidad y número de usuarios	Buen alcance y consumo de potencia	Compatible con 802.11b y mas alcance que	Integrado en sistemas 3G (UMTS) y soporta Qos

Tabla 19 . Comparación de las tecnologías inalámbricas principales

Actualmente existen dos grupos de trabajo, IEEE 802.11h y 5GSG, para considerar las compatibilidades entre Hiperlan y IEEE 802.11 a. Estos grupos de trabajo esperan poder promover un nuevo estándar en la banda de 5 GHz que sea compatible no solo para el IEE y ETSI, sino también para el Consejo japonés MMAC (Mobile Multimedia Access Communication, "Comunicación de Acceso Mobil Multimedia"). Un aspecto importante que debe conseguir es la adaptación a las regulaciones de Norteamérica, Europa y Japón.

CAPITULO IV

6. ZONAS DE FRESNEL

Las Zonas de Fresnel explican el concepto de pérdidas por difracción como función de la distancia del trayecto de bordeado del objeto. Las zonas de Fresnel representan regiones sucesivas donde las ondas secundarias tienen una longitud de trayecto desde el transmisor al receptor ($n*\lambda/2$) más grande que la longitud total del camino directo. La Figura 44 representa las zonas de Fresnel como círculos concéntricos sobre un plano. Las sucesivas zonas de Fresnel tienen el efecto de provocar alternativamente efectos constructivos y destructivos sobre el total de la señal recibida.

El radio del círculo n-ésimo de una zona de Fresnel se define por r_n :

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad \text{cuando } d_1, d_2 \gg r_n$$

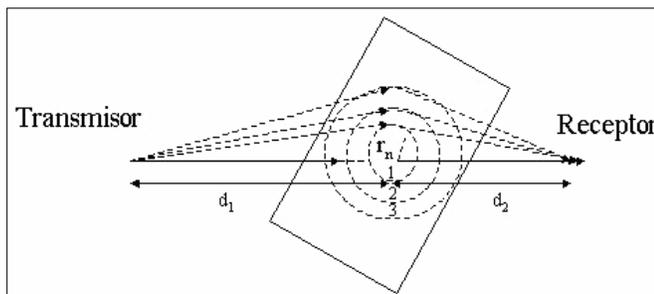


Figura 45. Círculos concéntricos que definen los límites de las Zonas de Fresnel

El incremento total de la longitud del trayecto a través del círculo n-ésimo es $n\lambda/2$

donde n es un entero que representa el número de círculo. La Figura 45 muestra un obstáculo bloqueando el trayecto directo, una serie de elipses pueden ser trazadas entre transmisor y receptor uniendo todos los puntos en los cuales el exceso de retardo de propagación es un número entero múltiplo de la mitad de la longitud de onda. Las elipses representan las Zonas de Fresnel.

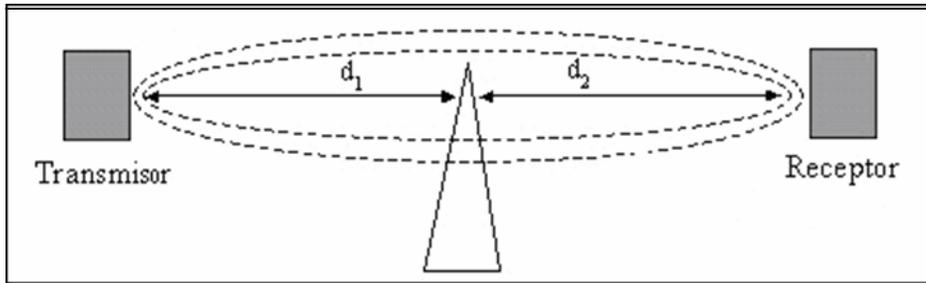


Figura 46. Zonas de Fresnel representadas como elipses

En sistemas inalámbricos las pérdidas por difracción ocurren por la obstrucción de ondas secundarias de modo que solo una porción de la señal es difractada alrededor de un obstáculo. En enlaces de microondas con visión directa se considera que si al menos el 55% de la primera Zona de Fresnel está 'limpia', la claridad del resto de Zonas de Fresnel no altera significativamente la pérdida de difracción.

6.1 MODELOS DE DIFRACCION DE OBJETOS PUNTIAGUDOS

$$v = h \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$$

Generalmente es imposible realizar estimaciones precisas de las pérdidas por difracción y la predicción es un proceso de aproximación teórica modificado por

las necesarias correcciones empíricas. Cuando se observa la pérdida de una superficie afilada de manera aislada se obtiene un buen punto de vista del

significado de la pérdida por difracción. Para estimar esta pérdida se usa el parámetro de difracción expresado matemáticamente como:

Donde los parámetros son ilustrados en la siguiente figura:

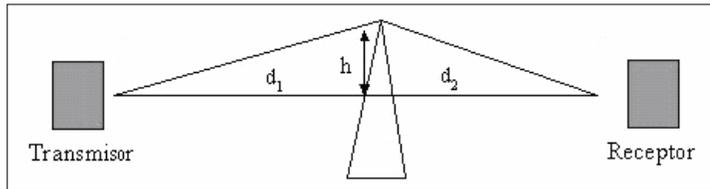


Figura 47 Difracción de objetos puntiagudos

6.2 DISPERSION

La dispersión ocurre cuando en el camino la señal se encuentra con objetos cuyas dimensiones son pequeñas con relación a la longitud de onda. El resultado es que el frente de onda se rompe o dispersa en múltiples direcciones (Figura 47).

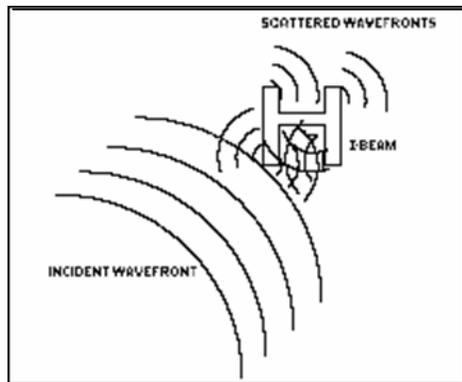


Figura 48. Dispersión de señal

Las ondas dispersas son producidas por superficies desiguales, pequeños objetos y otras irregularidades presentes en el canal. La mayoría de las construcciones modernas contienen vigas de hierro forjado en su estructura además de conductos para los servicios eléctricos y de tuberías. En la

práctica, el follaje, señales de tráfico farolas pueden provocar dispersión en sistemas de comunicaciones inalámbricos.

El Modelo de Propagación en Espacio Libre se utiliza para predecir la potencia de la señal cuando entre el transmisor y el receptor existe una clara línea de vista. Los sistemas de comunicación y los enlaces microondas se pueden modelar como propagación en el espacio libre.

El modelo del espacio libre predice que la potencia recibida disminuye como función de la distancia de separación entre el transmisor y receptor elevada a alguna potencia. La potencia recibida en el espacio libre por una antena receptora, la cual está separada de la antena transmisora una distancia d , está dada por la ecuación de **Friis**

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_y \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

6.2.1 Ecuación de Friis: Donde:

$P_r(d)$ – potencia recibida; la cual es función de la separación

T-R - (transmisor-receptor)

P_t – potencia transmitida

G_t – ganancia de antena transmisora

G_y – ganancia de la antena receptora

λ – longitud de onda en metros

d – la distancia de separación de T-R en metros

L – pérdidas del sistema no achacables a la propagación

6.3 PENETRACION

La penetración o transmisión se produce cuando la señal se encuentra en su

camino con un obstáculo que es, por así decirlo, transparente para las ondas de radio. Cuando la señal penetra un obstáculo experimentará una pérdida, la cual será función del grosor del objeto y del material del que está compuesto. La frecuencia de la onda electromagnética también influye en qué proporción de la señal incidente atraviesa el objeto. Existen multitud de estudios sobre pérdidas estimadas en diferentes materiales en WLAN. La siguiente tabla es un extracto del documento publicado por Ericsson "Wireless LAN User's Guide version 4.2" y en ella se presentan las pérdidas predecibles en la penetración de diferentes tipos de materiales.

TIPO DE OBSTÁCULO	PERDIDA
Espacio abierto	0 dB
Ventana (tintado no metálico)	3 dB
Ventana (tintado metálico)	5-8 dB
Muros finos	5-8 dB
Muros medios de madera	10 dB
Muros gruesos	15-20 dB
Muros muy gruesos	20-25 dB
Suelo/Techo grueso	15-20 dB
Suelo/Techo muy grueso	20-25 dB

Tabla 20. Penetración a través de diferentes tipos de materiales

6.4. BALANIS

6.4.1 EL REFLECTOR ANTENAS

las antenas del reflector, en un formulario u otro, ha estado subsecuentemente en el uso del descubrimiento de propagación de la ola electromagnética en 1888 por el hertz. sin embargo el arte fino de analizamiento y los reflectores arteros de

muchas varias formas del geomatrical no forjó delante hasta los días de Segunda Guerra Mundial cuando las numerosas aplicaciones del radar evolucionaron. Las demandas subsecuentes de reflector para el uso en la astronomía de la radio, comunicación del microonda, y satélite rastreando producidas el progreso espectacular en el developed de sofisticado analítico y las técnicas del experimental formando el reflector aparecen y perfeccionando la iluminación encima de sus aberturas para aumentar al máximo la ganancia. El uso de antenas del reflector para la comunicación espacial profunda, como en el programa espacial y sobre todo su despliegue en la superficie de la luna, producía casi estableciendo la antena del reflector como una palabra de la casa durante los años sesenta. Aunque las antenas del reflector toman muchas configuraciones geométricas, algunas de las formas más populares son el avión, esquina, y reflectores del curver (sobre todo el paraboloid), como mostrado en figura 15.1 cada uno de los cuales se discutirá en este capítulo. Se han publicado muchos artículos en las fases del varias del análisis y plan de reflectores encorvados y algunos del la mayoría que pueden encontrarse los referenced en un libro reimprimió los papeles (1).

6.4.2 EL REFLECTOR PLANO

El tipo más simple de reflector es que un reflector plano introdujo para dirigir la energía en una dirección deseada. El arreglo es eso mostrado en Figura 15.1(a) qué ha sido extensivamente el analized en Sección 4.7 cuando la fuente radiando es un elemento lineal vertical u horizontal. Se ha demostrado claramente que la polarización del radiating source y su pariente de la posición a la superficie reflejando puede usarse para controlar las propiedades radiando (el modelo, la impedancia, el directivity) del sistema global. La teoría de la imagen se ha usado para analizar las características radiando de tal un sistema. Aunque se idealizan las dimensiones infinitas del reflector plano, el resultado puede usarse como las

aproximaciones para las superficies eléctricamente grandes. Las perturbaciones introducidas guardando el finito de las dimensiones pueden considerarse para usando el scuh de los métodos especial como la Teoría Geométrica de Difracción (2)-(5) el whitch se introdujo en sección 12.10.

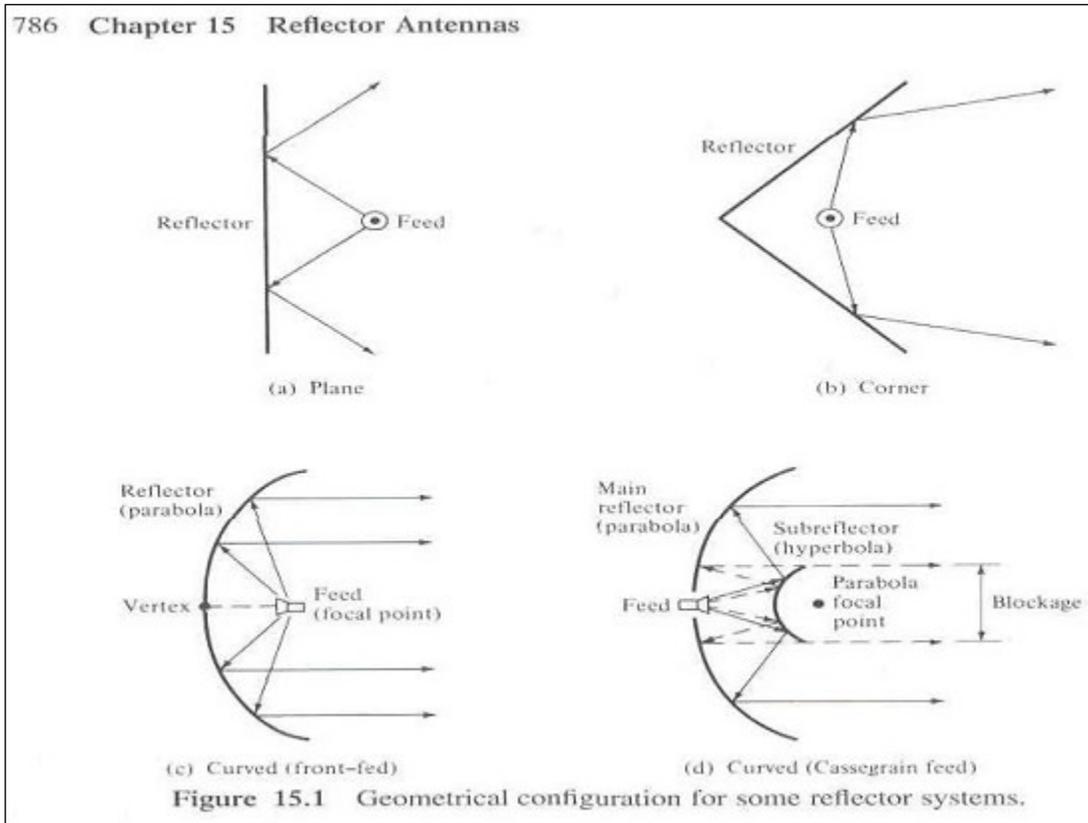


Fig. 49 parámetros de construcción de la antena corner reflector

6.4.3. ACORRALE EL REFLECTOR

Al collimate bueno la energía en el porqué la dirección del pupilo, la forma geométrica del propio reflector plano debe cambiarse para prohibir la radiación en la parte de atrás y direcciones del lado. Un whitch del arreglo logra eso consiste en dos reflectores del avión unidos para formar una esquina, como mostrado en Figures 15.1 (b) y en 15.2(a). Esto está conocido como el reflector de la esquina.

Because of its simplicity in construction, it has many unique applications. For example, if the reflector is used as a passive radar target or for communication applications, it will reflect the signal exactly in the same direction as it received when its included angle is 90° . This is illustrated geometrically in Figure 15.2(b). Due to this unique feature, sharp corners are designed on military ships and vehicles to reduce their discovery by enemy radar. Corner reflectors are also widely used as receiving elements for home television.

In most practical applications, the included angle formed by the plates is normally 90° ; however, sometimes other angles are used. To maintain a given system efficiency, the space between the vertex and the feed element must increase as the included angle of the reflector decreases, and vice versa. In this chapter, for simplicity, it is assumed that the plates are infinite in magnitude ($l = \infty$). However, since in practice the dimensions must be finite, the aperture (D_a), length (l), and height (h) will be given.

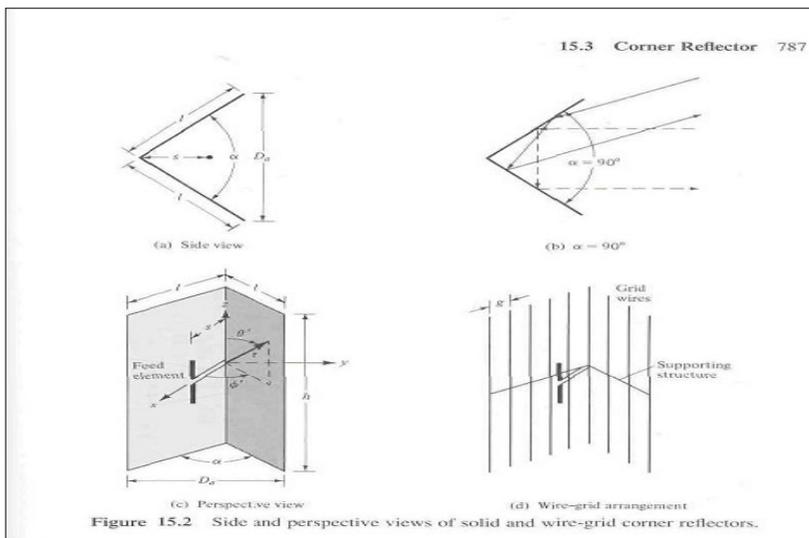


Fig. 50 medidas y angulos para contruir la antena corner

El elemento del alimento para un reflector de la esquina casi siempre es un dipolo o una serie de los dipolos del collinear pusieron lejos al vértice una distancia s , como mostrado en una vista de perspectiva en Figura 15.2(c). El bandwidth mayor se obtiene cuando los elementos del alimento son cilíndricos o biconical en lugar de los alambres delgados. En muchas aplicaciones, sobre todo cuando la longitud de onda es grande comparado a las dimensiones físicas tolerables, las superficies del reflector del comer son frecuentemente hecho de alambres de la reja en lugar del metal en plancha sólido, como mostrado en Figura 15.2(d). Una de las razones por hacer eso es reducir resistencia del viento y el peso del sistema global. El espacio (g) entre los alambres es hecho un fragmento pequeño de una longitud de onda (normalmente $g < \lambda/10$). Para alambres que son paralelo a la longitud del dipolo, como es el caso para el arreglo de Figura 15.2(d), el reflectivity de la superficie del reja-alambre es tan bueno como eso de una superficie sólida.

En la práctica, la abertura del reflector de la esquina (D_a) es normalmente hecho entre una y dos longitudes de onda ($\lambda < D_a < 2\lambda$). La longitud de los sitios de un 90° reflector de la esquina normalmente es la mayoría tome para estar sobre dos veces la distancia del vértice al alimento ($l \approx 2s$). Para los reflectores con los ángulos incluido más pequeños, los sitios son hecho más grande. La distancia del alimentar-a-vértice (s) normalmente se toma para estar entre los $\lambda/3$ y $2\lambda/3$ (el $\lambda/3 < s < 2\lambda/3$). Para cada reflector, hay un alimentar-a-vértice espaciando óptimo. Si el espacio se pone demasiado pequeño, la resistencia de la radiación disminuye y se pone comparable a la resistencia de pérdida del sistema que lleva a una antena ineficaz. Por el espaciar muy grande el sistema produce los lóbulos múltiples indeseables, y pierde su direccional las características.

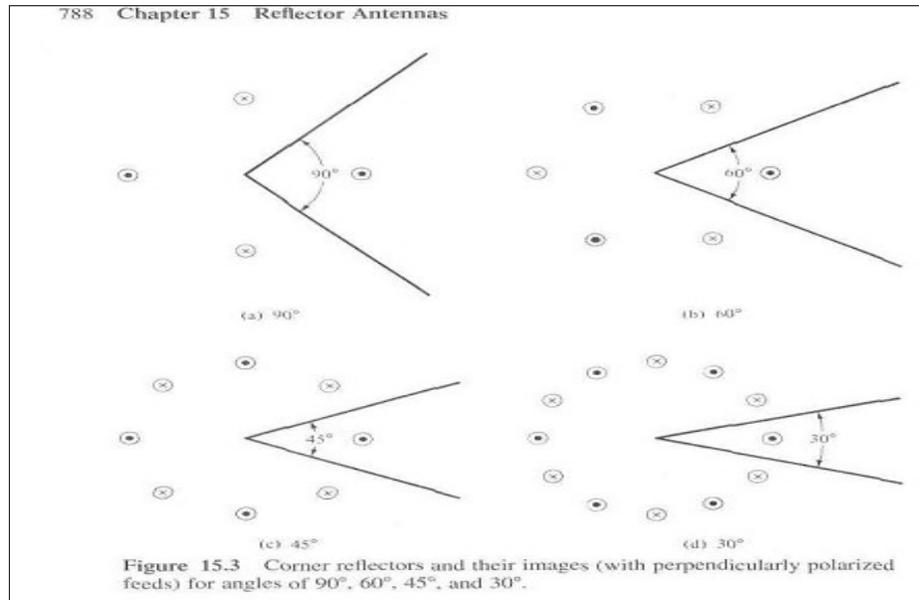


Fig. 51 Diferencia de ángulos para construcción de la antena

Se ha observado experimentalmente que aumentando el tamaño de los lados no afecta el beamwidth y directivity grandemente, pero aumenta el bandwidth y resistencia de la radiación. The main lobe is which somewhat broader for reflecof the tors with finite sides compared to that of finite sides compared to that of infinite dimensions. La altura (h) del reflector normalmente se toma para ser aproximadamente 1.2 a 1.5 veces mayor que la longitud total del elemento del alimento para reducir la radiación hacia la región atrasada de los fines.

El análisis para el radiared del campo por una fuente en la presencia de un reflector de la esquina se facilita cuando el ángulo incluido (un) del reflector es un $\frac{360}{n}$ donde n es un entero (un = n , $n/2$, el $n/3$, el $n/4$, etc.). Para esos casos (un = 180° , 90° , 60° , 45° , etc.) es el posible para encontrar un sistema de imágenes que cuando propiamente puso en la ausencia del reflector chapa, forme una serie que rinde el mismo campo dentro del espacio formada por los platos del reflector como el sistema real. El número de imágenes, polaridad, y posición de cada uno se

controla por el ángulo incluido del reflector de la esquina y la polarización del elemento del alimento. In figurend 15.3 we display the geometrical and electrical arrangement of the images for corner reflectors with included angles of 90° , 60° , 45° , and 30° and a feed with perpendicular polarization. El procedimiento por encontrar el número, situación, y polaridad de las imágenes se demuestra gráficamente en Figura 15.4 para un reflector de la esquina con un 90° ángulo incluido. Es supuesto que el elemento del alimento es un dipole del lincar puesto paralelo al vértice. Un procedimiento similar puede seguirse para todos los otros reflectores con un ángulo incluido de un $=180^\circ/n$ dónde n es un entero. ⁶

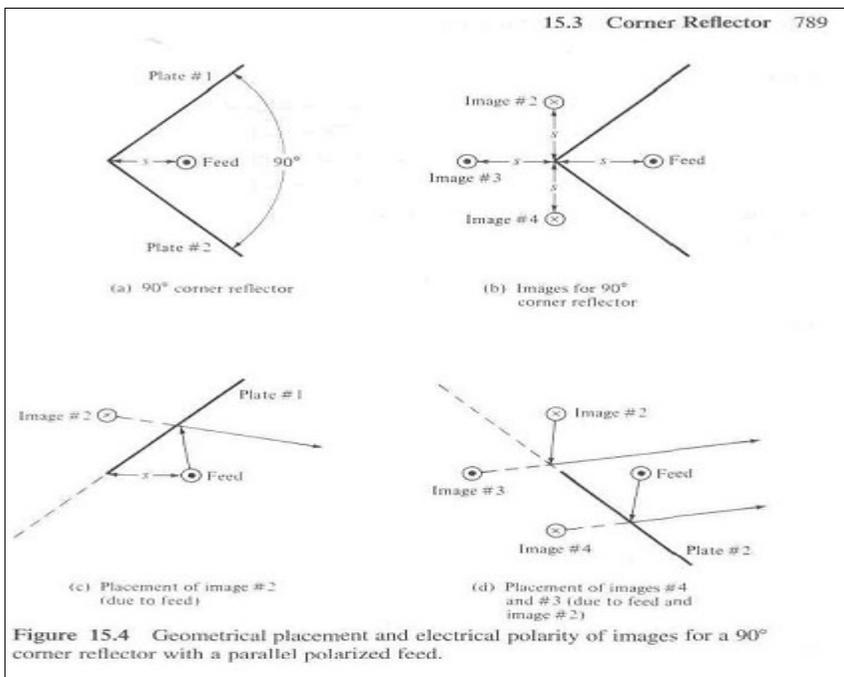


Fig.52 Angulos y reflectores de antena corner

6.4.4 4NEC2

Es un completo free Nec2, Nec4 y herramienta basada en ventanas para crear, ver, optimizar y chequear estilos de geometrías de antenas en 2D y 3D y generar, presentar y/o comparar diagramas de radiación de campo cercano y lejano. Permite al igual que la mayoría de programas para esto, hallar diagramas de

⁶ BALANIS, Constantine. Antenna theory: Analysis and design. Editorial Wiley, 2005.

radiación, acople, eficiencia, etc. Presenta ventanas independientes para la geometría, vista en 3D, plots de eficiencia, etc. Presenta también una interfaz especial Built para facilitar la construcción de los modelos de antenas.

6.4.4.1 DISEÑO DE ANTENA CORNER

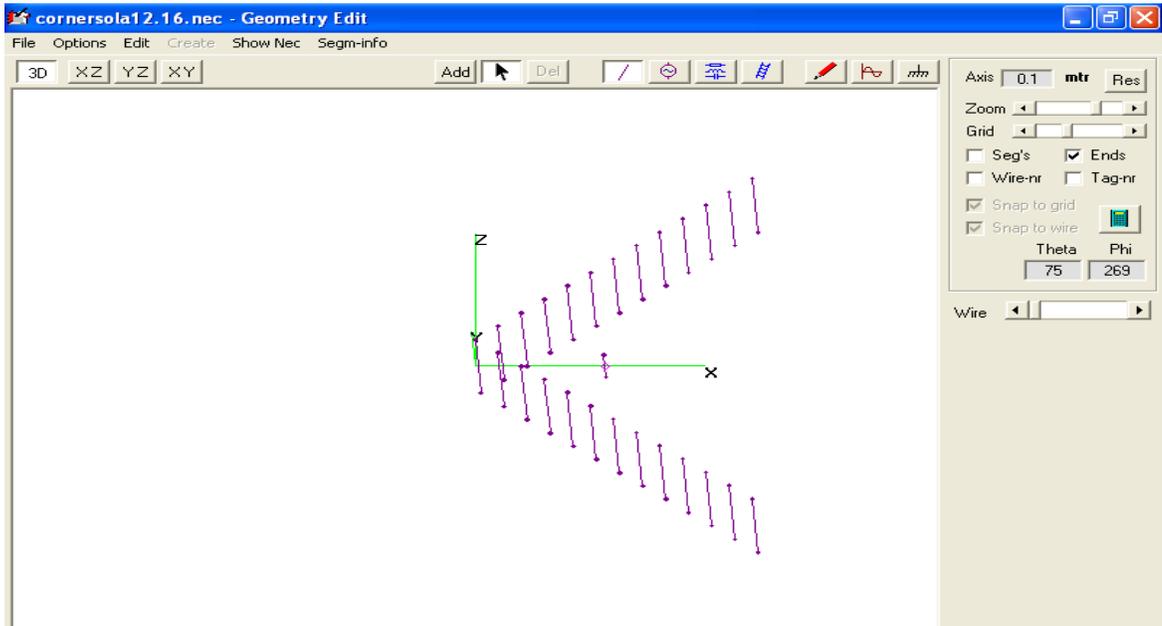


Fig. 53 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena corner

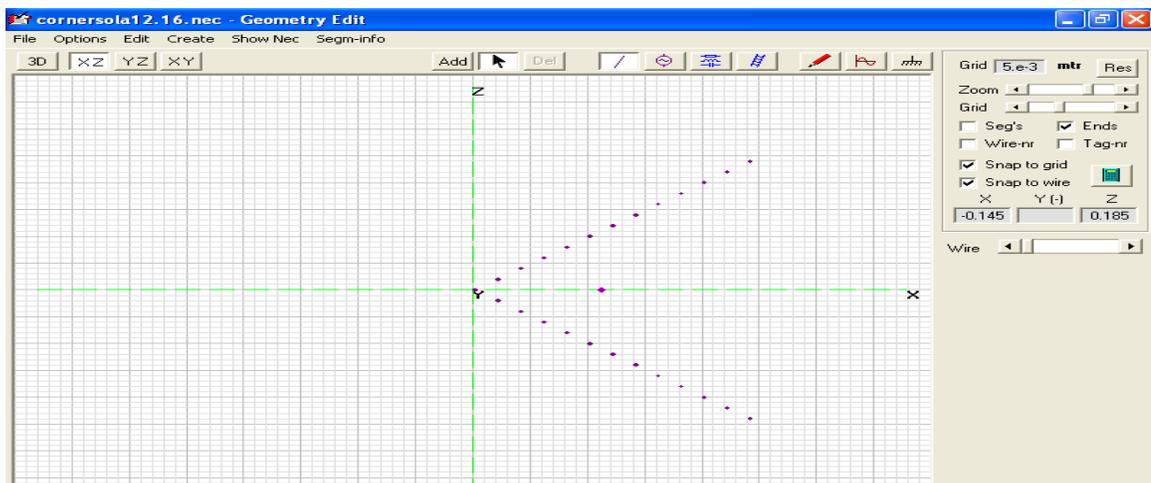


Fig. 54 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena corner en vista de plano XZ

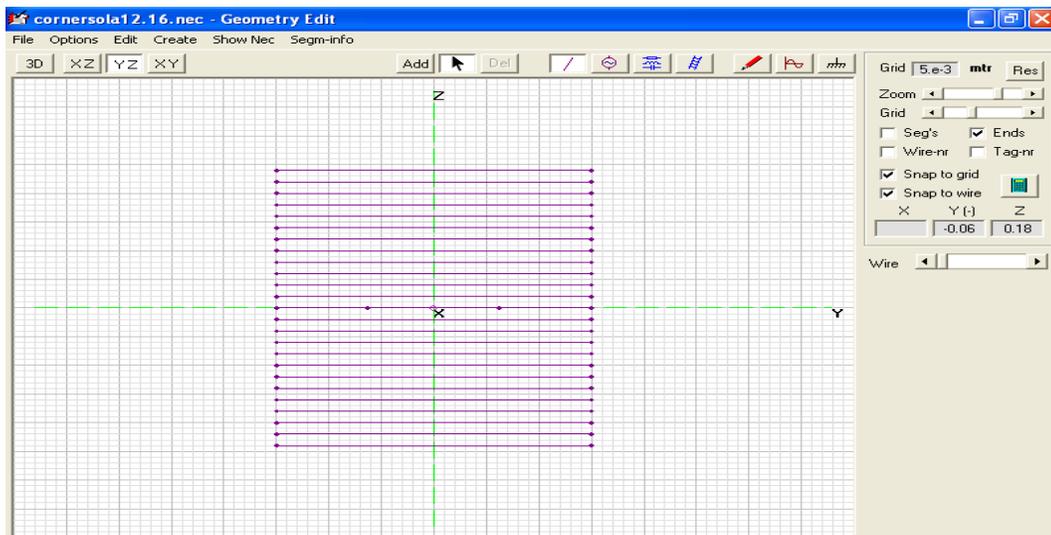


Fig. 55 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena corner en vista de plano YZ

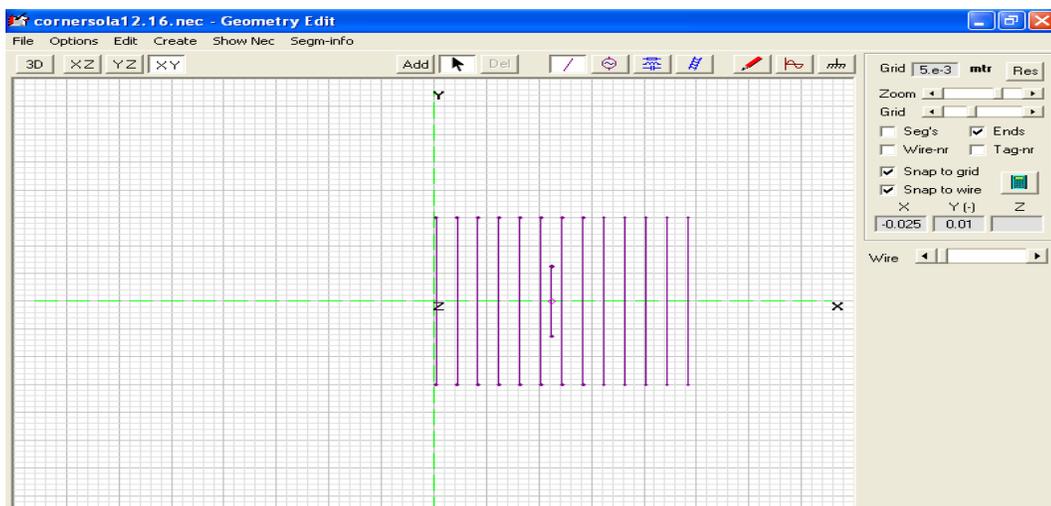


Fig. 56 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena corner en vista de plano XY

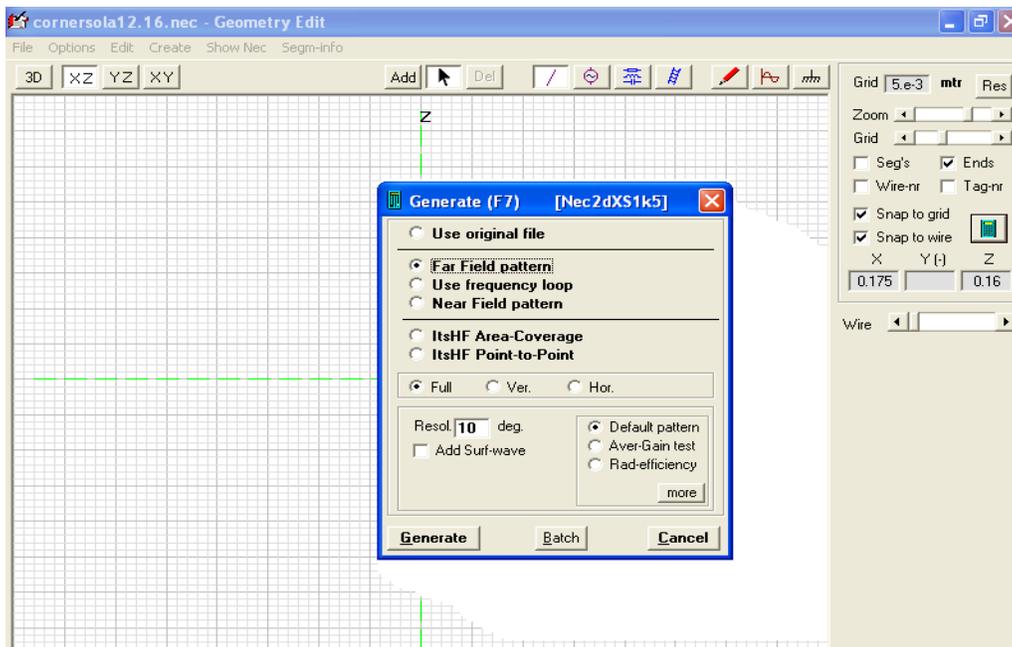


Fig. 57 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se genera la compilación de la antena

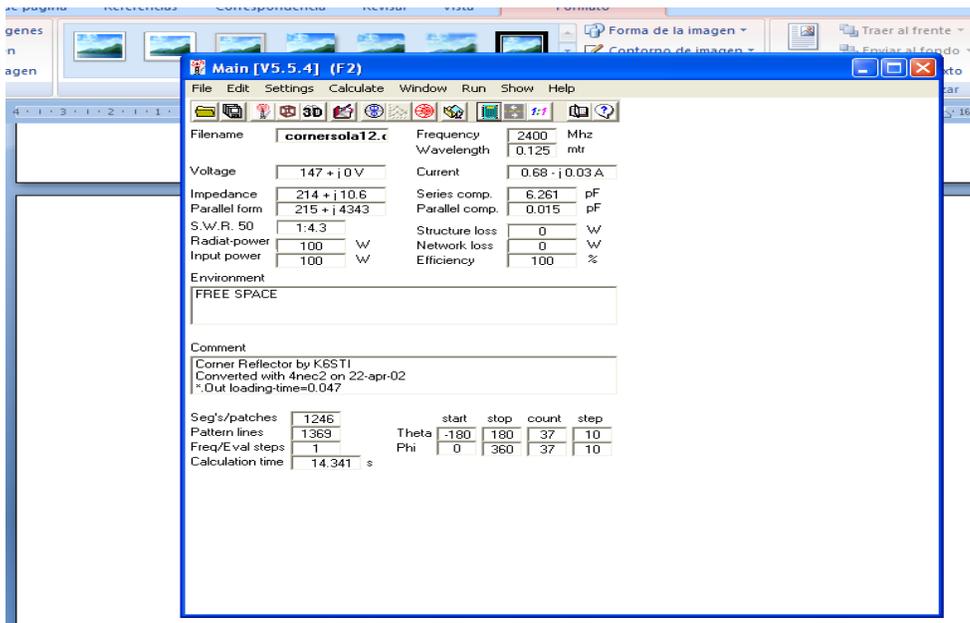


Fig 58. Ventana con el resultado de la impedancia de entrada

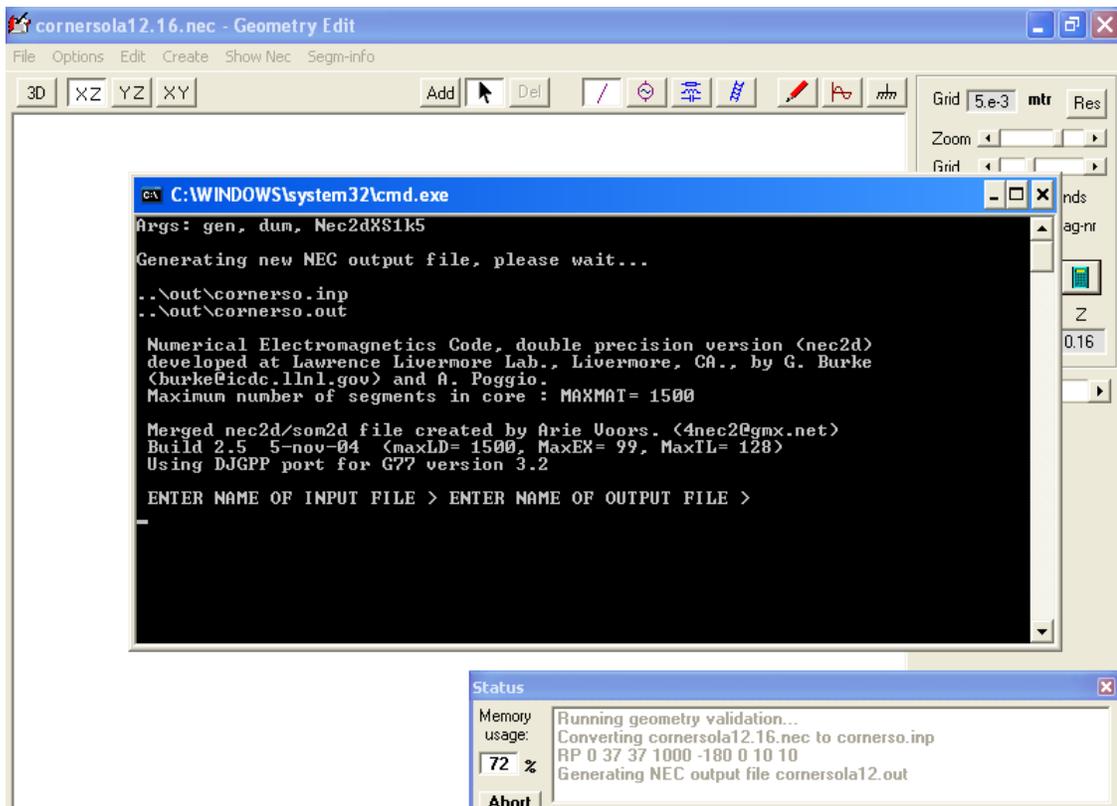


Fig. 59 Compilación de 4nec

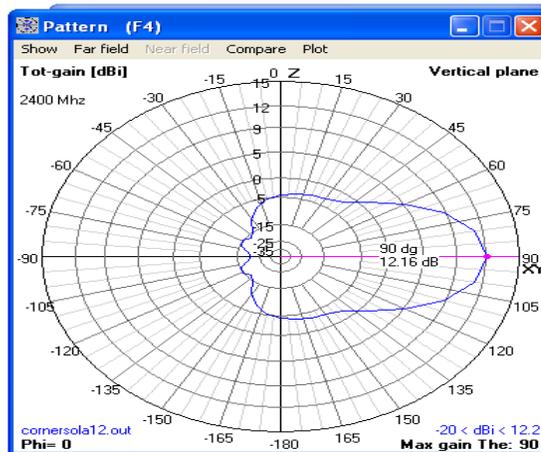


Fig. 60 Patrón de Radiación calculado en 4nec

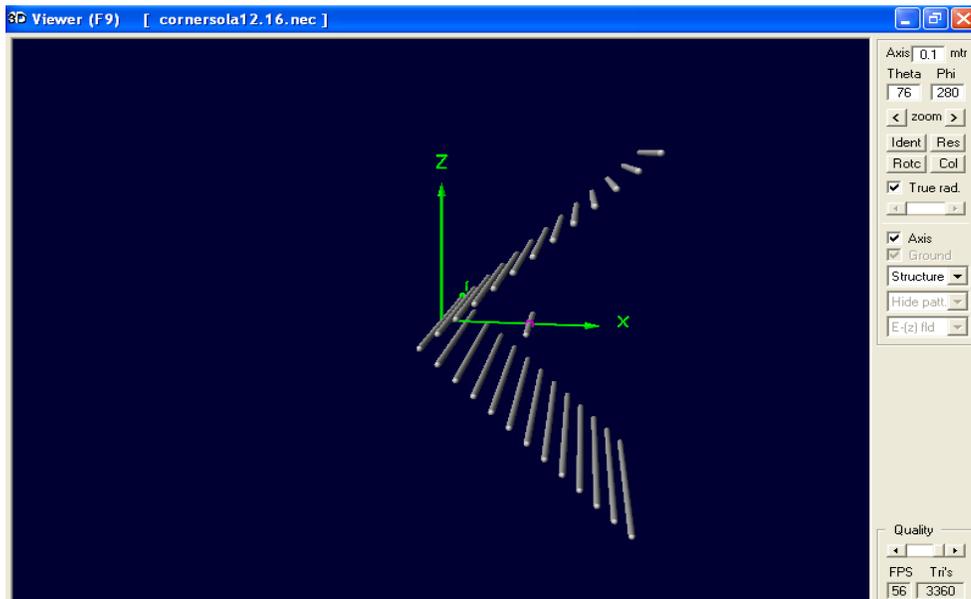


Fig 61. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena

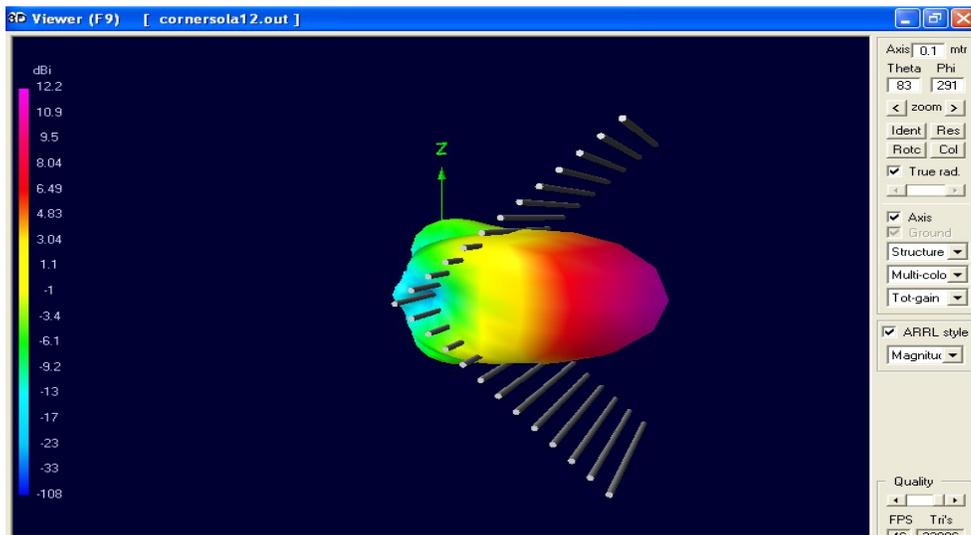


Fig 62 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena en dimensión 3D

6.4.4.2 DISEÑO DE ANTENA YAGI

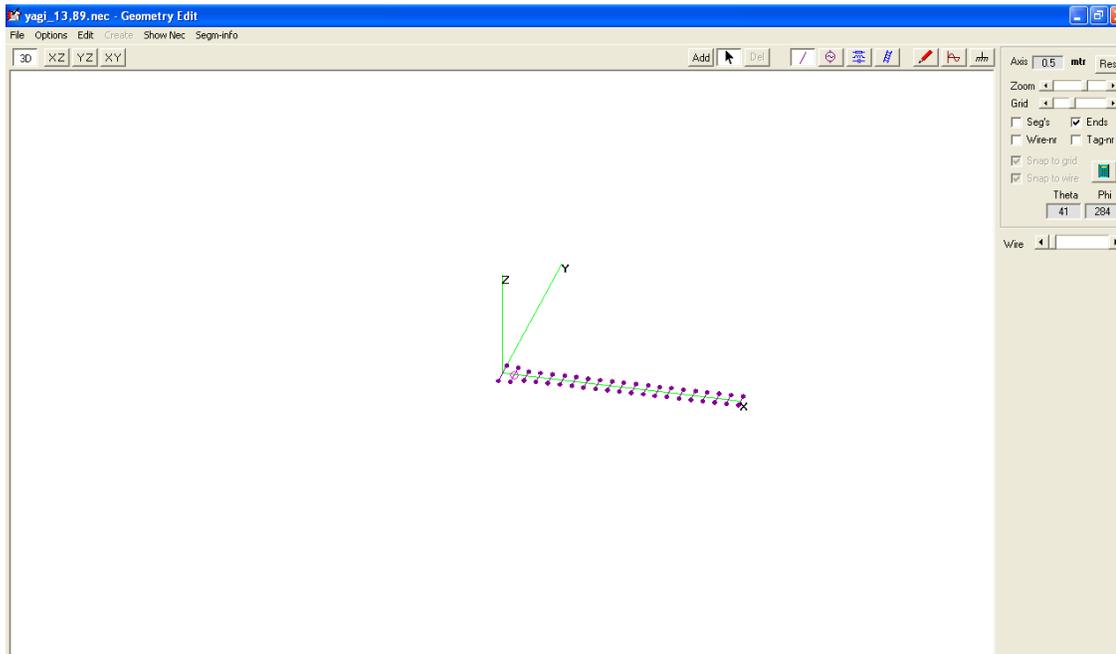


Fig 63. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseño la antena yagi

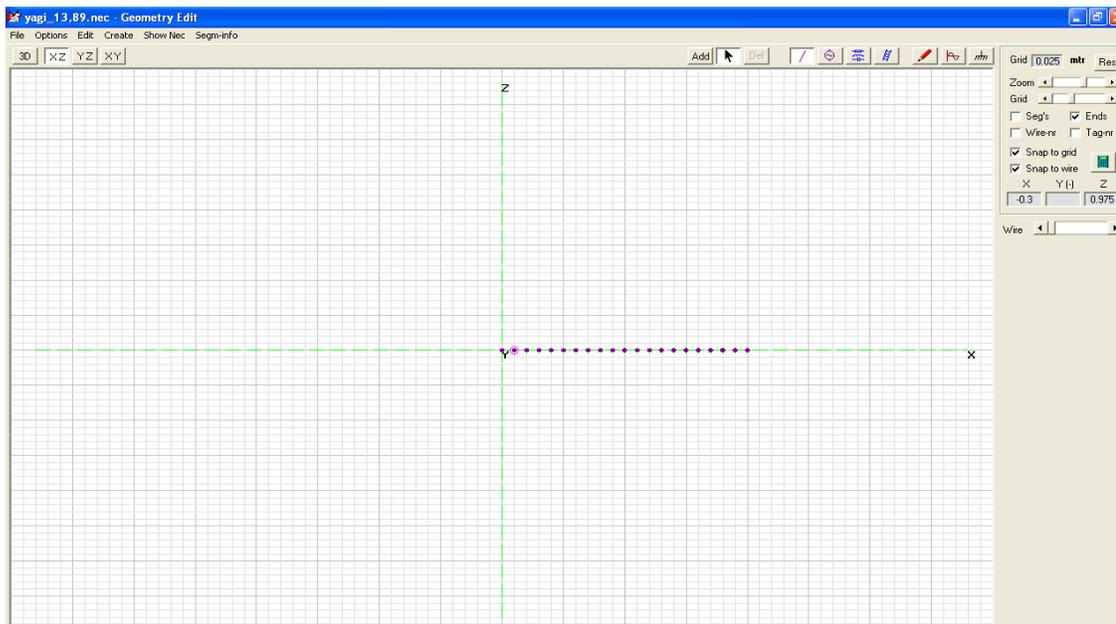


Fig 64 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la antena corner en vista de plano XZ

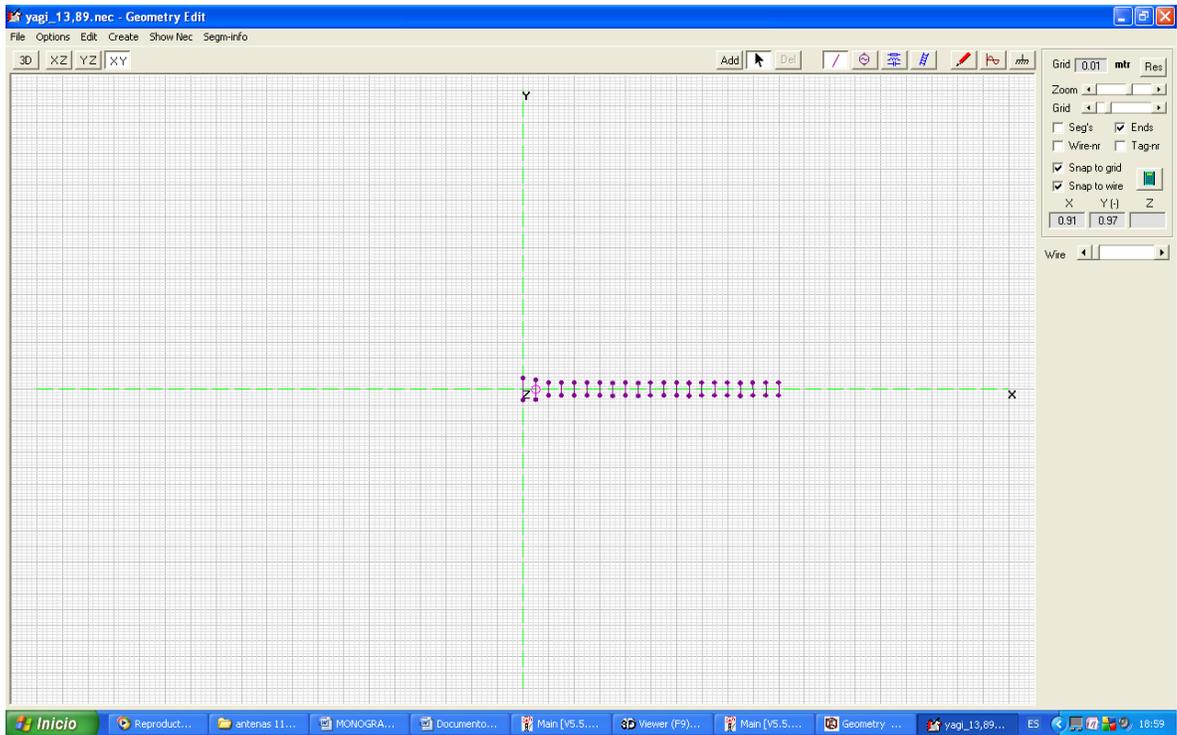


Fig 65 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se dibujó la antena corner en vista de plano YZ

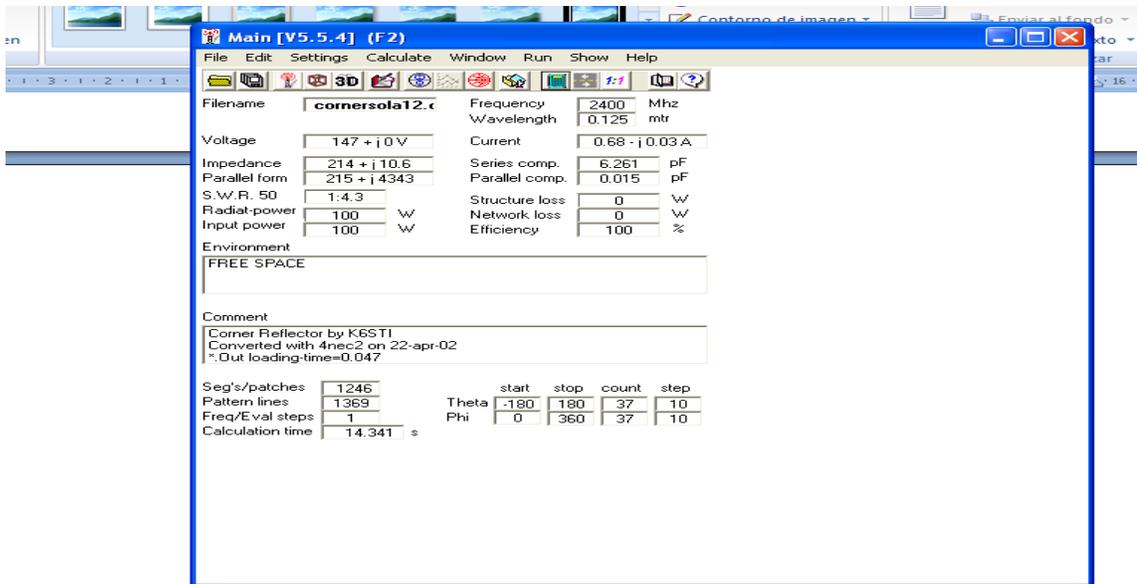


Fig. 66 Ventana con el resultado de la impedancia de entrada



Fig 67. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena

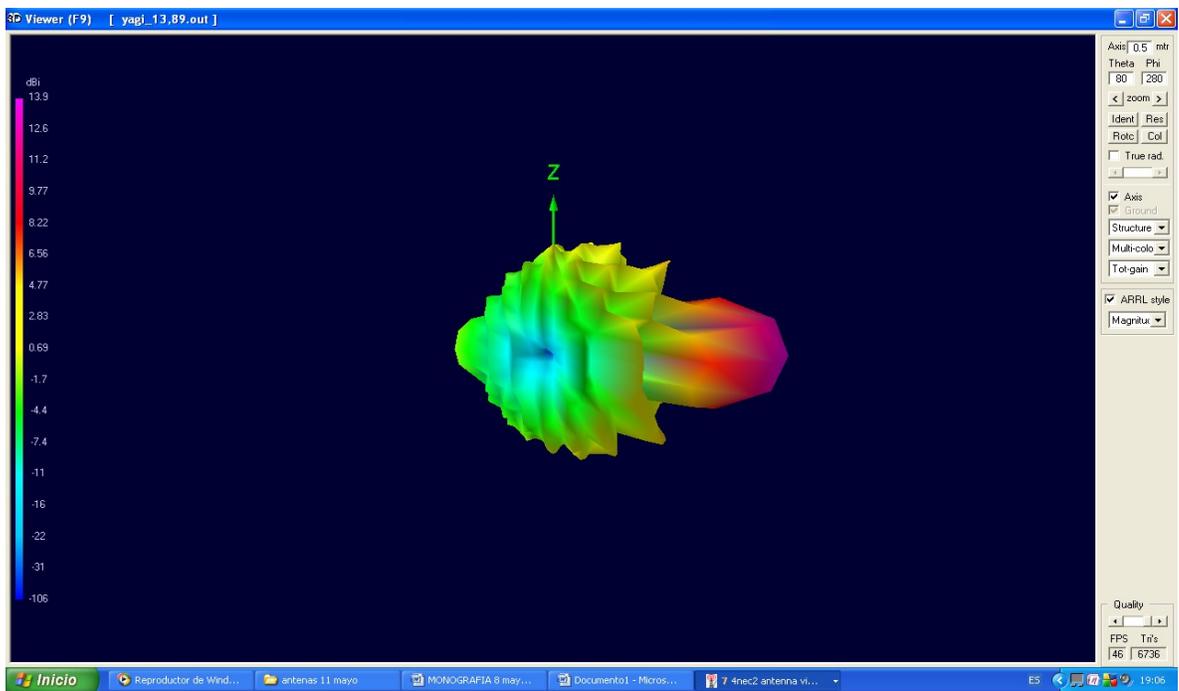


Fig 68 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena YAGI en dimensión 3D

6.4.4.3 DISEÑO DE LA ANTENA (CORNER, YAGI)

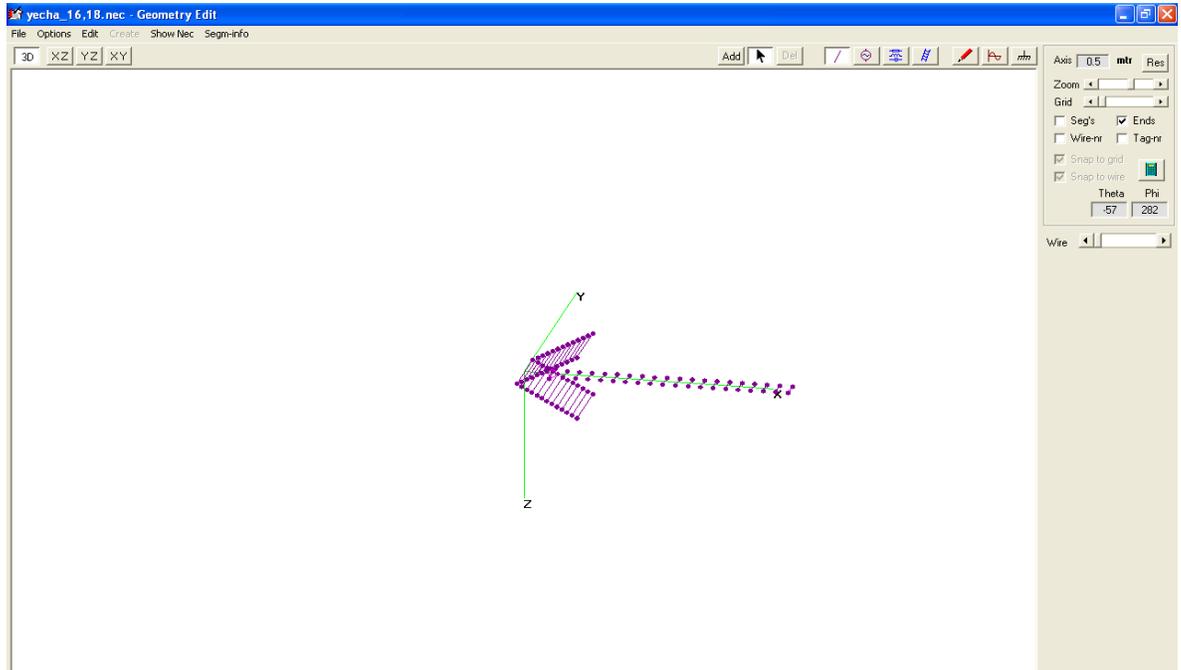


Fig 69 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseño la unión de las dos antena(corner, yagi)

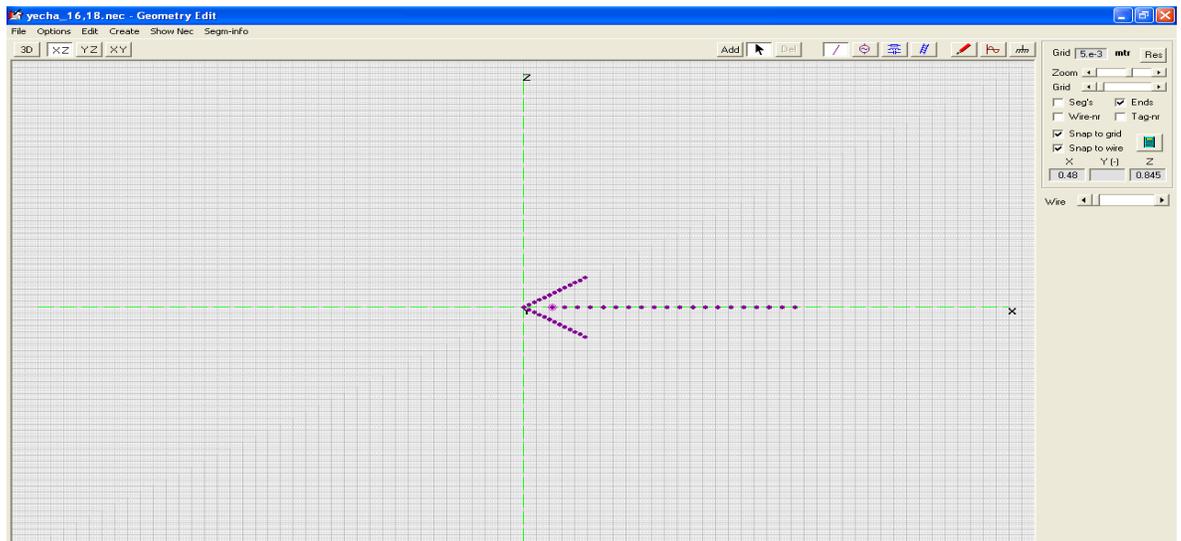


Fig. 70 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (corner, yagi) en vista de plano XZ

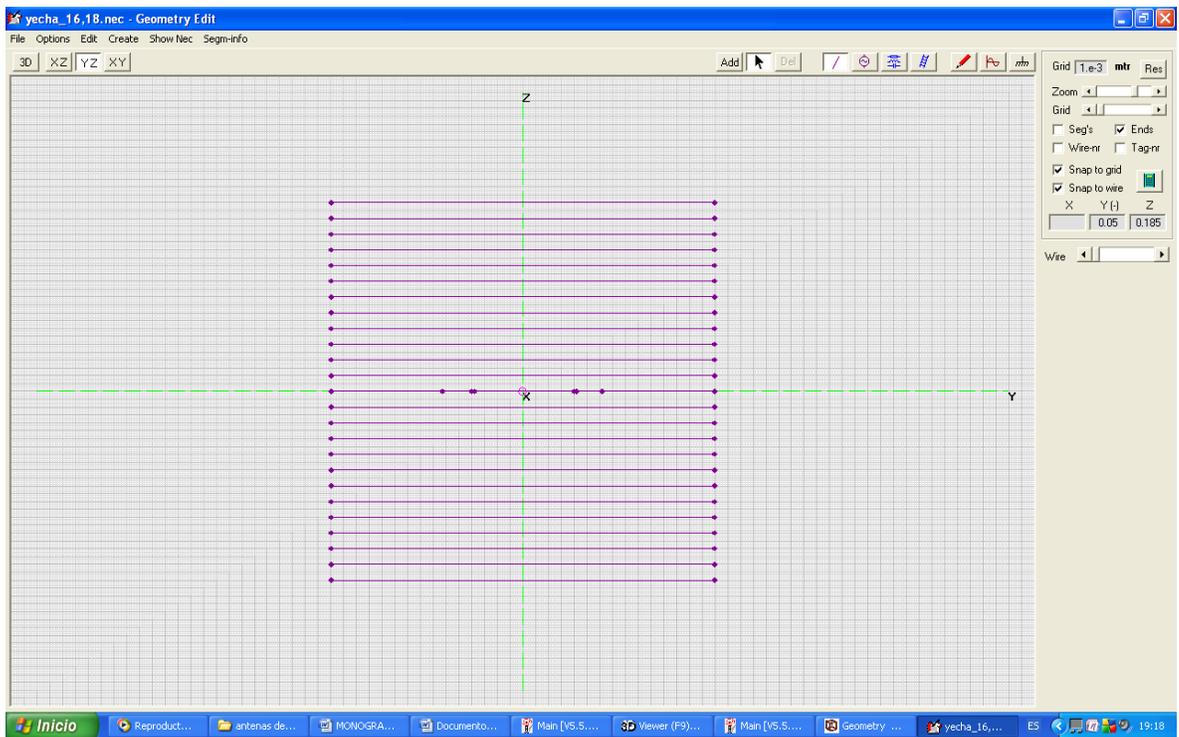


Fig 71. Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (corner, yagi) en vista de plano YZ

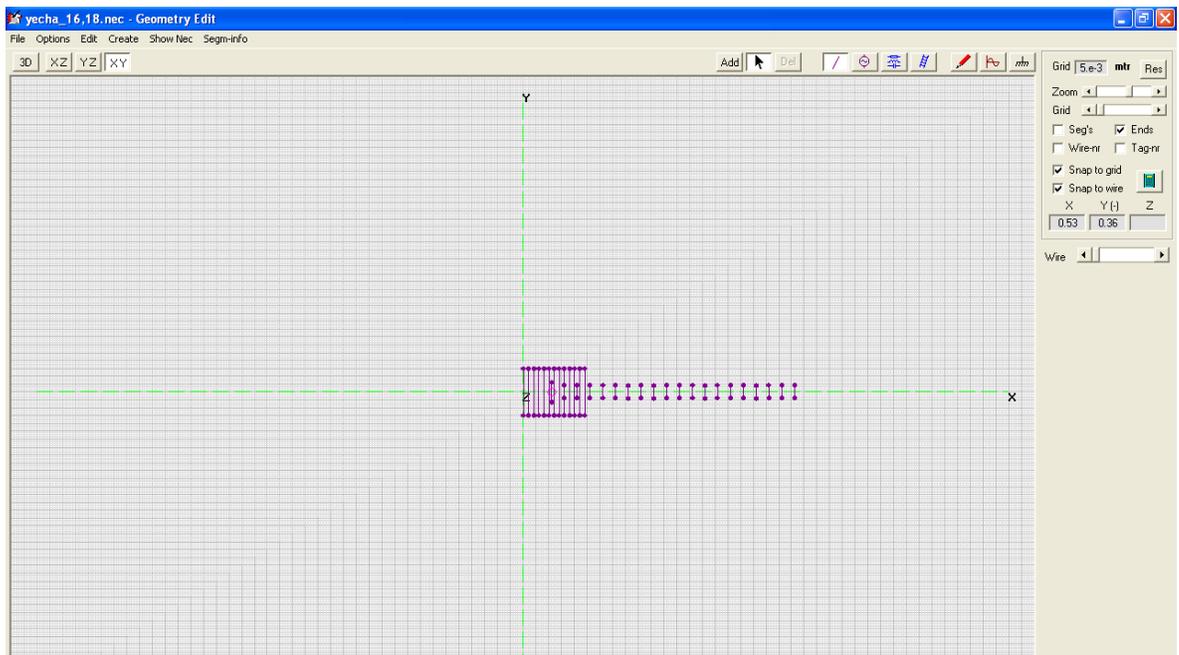


Fig. 72 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se diseña la unión de la antena (corner, yagi) en vista de plano XY

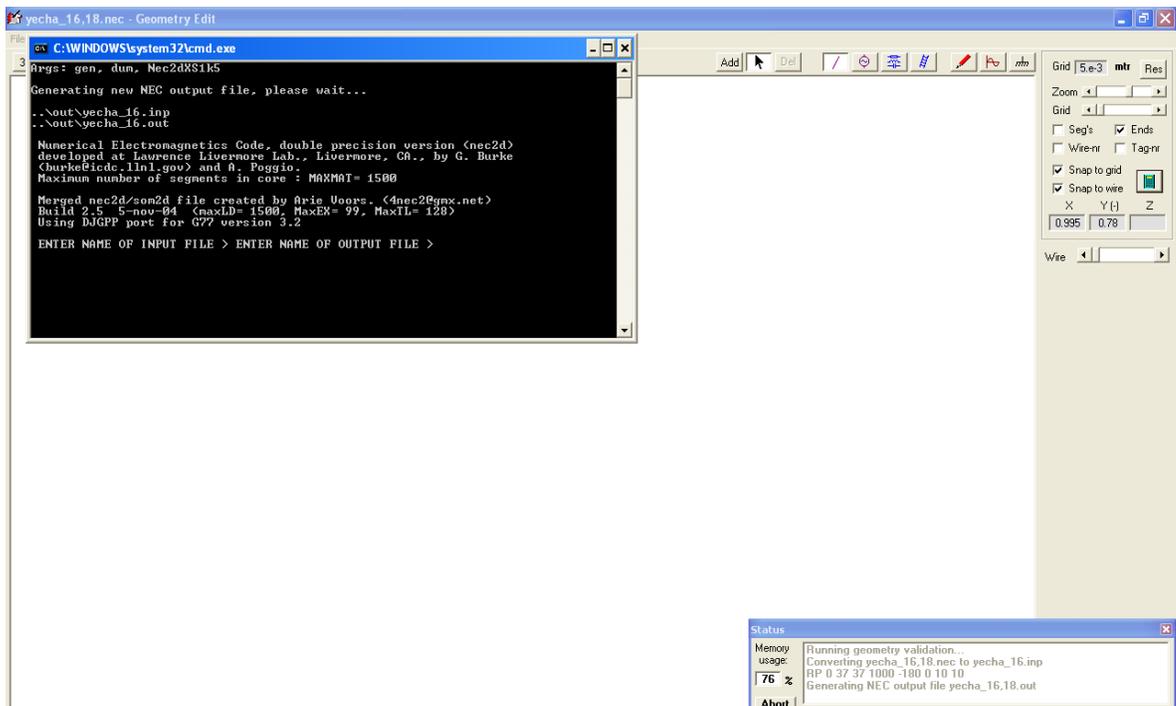


Fig. 73 compilación de 4nec

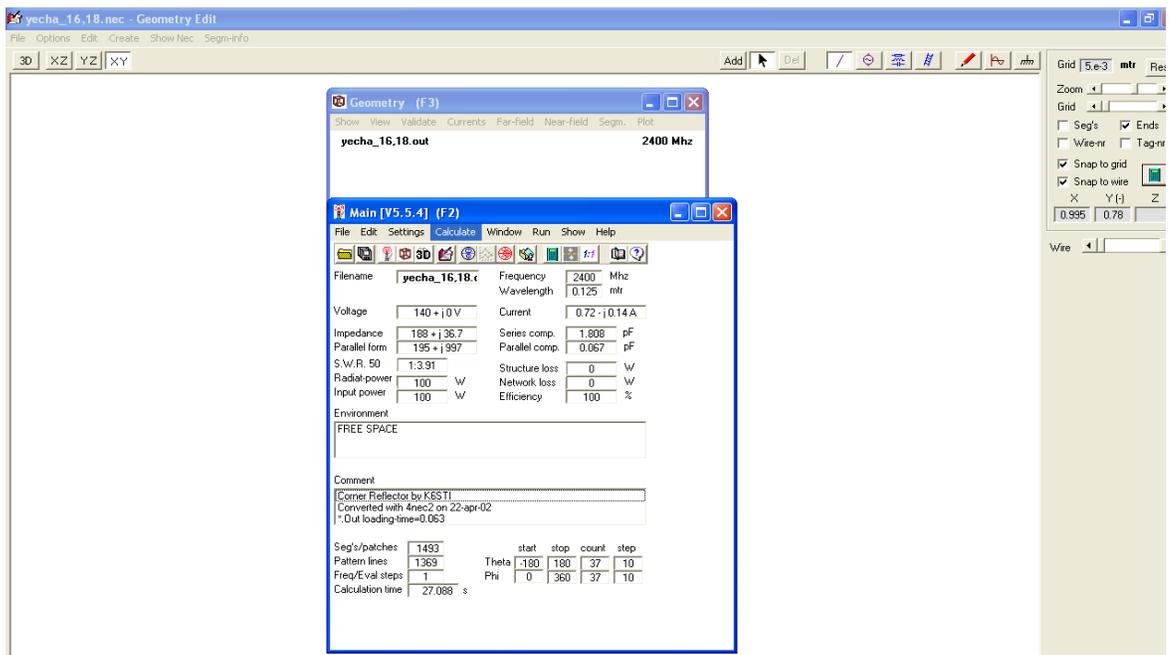


Fig 74 Ventana con el resultado de la impedancia de entrada

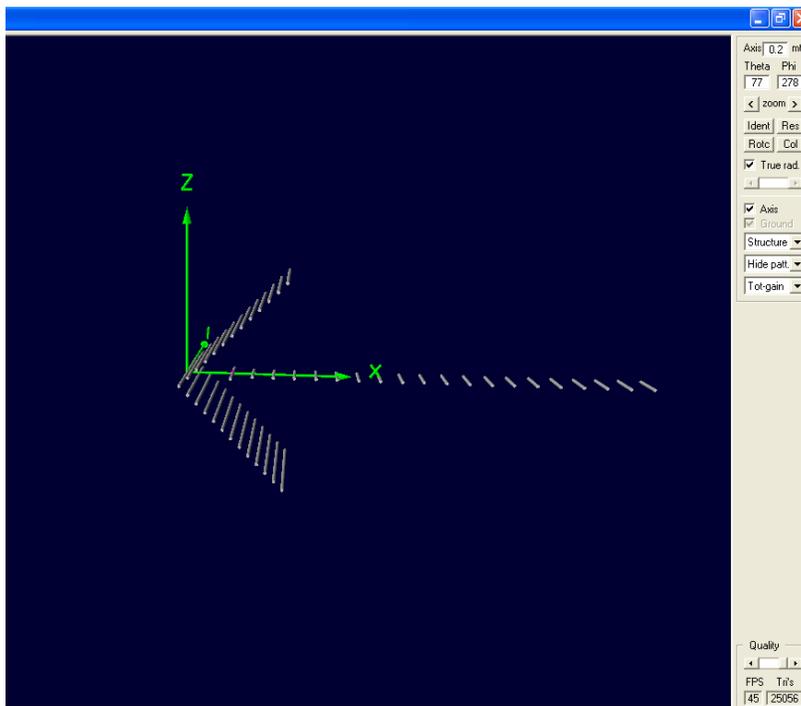


Fig 75 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena

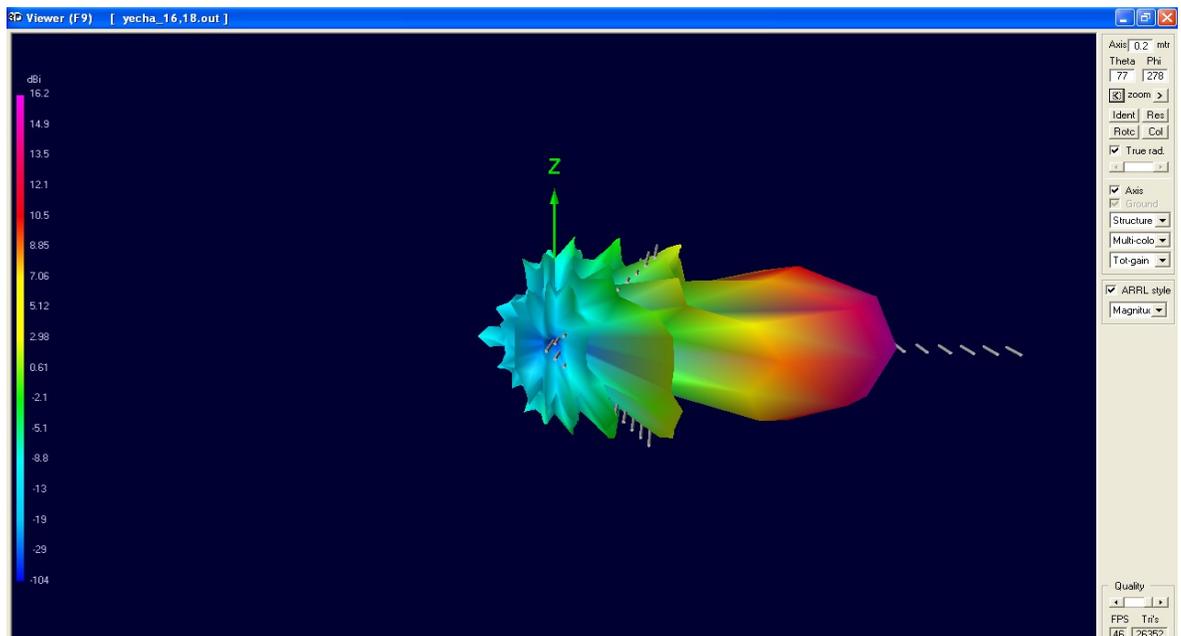


Fig. 76 Interfaz gráfica de 4NEC2 donde se muestra la antena YAGI en dimensión 3D

GLOSARIO

(ACK) (Acuse de recibo), en comunicaciones entre computadores, es un mensaje que se envía para confirmar que un mensaje o un conjunto de mensajes han llegado. Si el terminal de destino tiene capacidad para detectar errores, el significado de ACK es "ha llegado y además ha llegado correctamente"

Ancho de banda: la diferencia entre la frecuencia máxima y la mínima contenida en una señal.

Atenuación: disminución en la magnitud de una señal.

Bidireccional: una comunicación bidireccional es aquella en la cual puede ser enviada información tanto desde un transmisor hacia un receptor como desde este último hacia el primero.

Bluetooth: es un protocolo estándar de conectividad inalámbrica entre periféricos, suele tener un área de alcance de unos 10 metros y es usado, sobre todo, en ordenadores portátiles, impresoras, teléfonos móviles y agendas electrónicas.

Conectividad: posibilidad de establecer rutas de comunicación entre distintos puntos de una red o entre distintas redes de comunicaciones o entre usuarios de una o de varias redes.

Confiabilidad: posibilidad que tiene un sistema de realizar las funciones para las que fue diseñado.

CSMA Es el Acceso Múltiple por Detección de Portadora (Carrier Sense Multiple Access) el escuchar el medio para saber si existe presencia de portadora en los momentos en los que se ocupa el canal.

Decibelio Unidad logarítmica de medida que define la relación de potencias o relación de tensiones. La notación dB (décima parte del Belio) expresa las ganancias y atenuaciones de los circuitos, puesto que son relaciones entre señales de entrada y salida.

DSSS ES espectro ensanchado por secuencia directa (direct sequence spread spectrum o DSSS), también conocido en comunicaciones móviles como DS-CDMA (acceso múltiple por división de código en secuencia directa), es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas radiofónicas que más se utilizan.

ETHERNET es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio

FIBRA ÓPTICA es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente.

FTP: siglas de File Transfer Protocol (protocolo de transferencia de archivos). Es el protocolo empleado en las redes TCP/IP para la transmisión de archivos entre ordenadores.

INALÁMBRICO no se usan canales basados en cables.

INTERCONEXIÓN Comunicación efectuada entre dos o más puntos, con el objetivo de crear una unión entre ambos, sea temporal para efectuar una transmisión

LLC: Para la comunicación entre entidades de la propia subcapa LLC, definen los procedimientos para el intercambio de tramas de información y de control entre cualquier par de puntos de acceso al servicio del nivel de enlace LSAP.

LOBULO Cada una de las partes, a manera de ondas, que sobresale de un segmento

MAC (Media Access Control address o dirección de control de acceso al medio) es un identificador de 48 bits (6 bytes) que corresponde de forma única a una tarjeta o interfaz de red.

MODEM Dispositivo que permite la comunicación entre dos ordenadores usando una línea telefónica.

PROPAGACIÓN es el conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas de radio con el mensaje del transmisor al receptor.

Protocolo conjunto de reglas que deben ser respetadas para que pueda ser realizado un proceso de comunicaciones.

Punto a multipunto: comunicación que se origina en un punto geográfico y que puede estar destinada a muchos receptores en puntos geográficamente distantes.

REDES CONMUTADAS: redes de telecomunicaciones que usan el principio de conmutación: compartir canales entre diferentes conversaciones.

REDES LOCALES: redes de comunicaciones con pequeñas áreas de cobertura (por ejemplo, edificios).

RESONANCIA se refiere a un conjunto de fenómenos relacionados con los movimientos periódicos o cuasiperiódicos en que se produce reforzamiento de una oscilación al someter el sistema a sollicitaciones de una frecuencia determinada.

RUIDO: perturbaciones indeseadas que tienden a oscurecer el contenido de información en una señal.

WEB Protocolo de seguridad de las redes inalámbricas.

WI-FI Wireless-Fidelity, Tecnología de comunicación inalámbrica de datos, empleada en redes de área local basados en las especificaciones IEEE 802.11.

WLAN (Wireless Local Área Network) es un sistema de comunicación de datos inalámbrico.

CONCLUSIONES

En el resultado del diseño, simulación y construcción de una antena para la propagación de señales a una frecuencia de 2.4 GHz se logro obtener varias conclusiones:

Entre más cerca este el elemento activo de la antena mas ganancia se puede obtener

Entre más segmentos tenga la antena yagi mas ganancia se logra

Las medidas generales de la antena corner según Balanis y la antena Yagi fueron modificadas para obtener más ganancia, ya que hechas con estas medidas no se lograba obtener suficiente ganancia para lograr el objetivo general.

En la antena yagi entre menos segmentos tenga la antena mas ganancia se obtendrá.

- Realizado la unión de las dos antenas (corner y yagi) el resultado de la ganancia será mayor.
- Realizando la antena corner con las respectivas medidas de (BALANIS) las ganancia no supera los 13 dB

El objetivo principal era hacer una corner con las medidas de balanis que tuviera capacidad de 15db, lo intentamos muchas veces pero no logramos lo máximo que se optenia era de 12,4 db.

Al igual ocurrió con la yagi que lo máximo que se lograba era de 13,89.

Después de varios intentos llegamos a una conclusión de unir las dos antenas. Al unir las no era todavía suficiente y no se lograba el objetivo de superar los 15 dB y solo se lograba los 14,61 dB de ganancia.

Debido a lo anterior decidimos realizar unos cambios en los parámetros que maneja BALANIS tales como distancia entre los segmentos, que estos estuvieran más separados, que fueran más cortos. Y fue así como se logró el objetivo.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

Para lograr construir la antena con una ganancia superior a los 14 dB es necesario unir las dos antenas (corner), (yagi), así se obtendrá mayor ganancia y un óptimo resultado.

Es necesario realizar pruebas de movimiento de segmentos en la realización de las antenas debido a que este genera más ganancia entre ellas.

RECOMEDACIONES

Cada vez que se realicen soluciones en redes se recomienda usar las antenas inalámbricas.

BIBLIOGRAFIA

- BALANIS, Constantine. Antenna theory: Analysis and design. Editorial Wiley, 2005.
- LAURA RAYA, RAQUEL ALVAREZ, VICTOR RODRIGO, conceptos básicos de redes y tcp/ip ed. Alfa omega Ra-Ma, p 77-124
- JOSE A CABALLAR. Wi-Fi como construir una red inalámbrica 2da edición ed. alfa omega Ra-Ma. Capitulo 3,colocar una antena externa, p 150-168
- Sistemas de comunicaciones electrónicas - Tomasi Wayne - 2º Edición - Pág. 377 a 410
- ACEVEDO, A.M., ACOSTA, C.J. Simulación de la interacción dieléctrico-microondas en una cavidad resonante, Tesis de Grado, (2004).
- THOMAS A. MILLIGAN, Modern Antenna Design, ed., McGraw-Hill, 1985, p. 332-
- Sistemas de comunicaciones electrónicas - Tomasi Wayne - 2º Edición - Pág. 377 a 372
- ICOTEC NTC, 1486, SEXTA actualización julio 23 de 2008