

Investigación de WiMax

José González Barrantes Facundo Mendoza Solano

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Área Académica de Ingeniería Mecatrónica
Teoría de Comunicación y Procesamiento de Señales

01 de noviembre de 2022

Contenidos

- 1 Detalles técnicos y de operación
- 2 Aplicaciones de la tecnología WiMax
- 3 Demostración técnica
- 4 Conclusiones
- 5 Bibliografía

Origen de la tecnología WiMax

- El grupo de la norma IEEE 802.16 se formó en el año de 1998.
- Objetivo: desarrollar un estándar de interfaz de banda ancha inalámbrico.
- Enfocado en dotar de una solución al problema de accesibilidad a internet en zonas geográficamente aisladas y desarrollar una alternativa viable que fuese capaz de competir con otros servicios ya existentes.

Arquitectura

- La organización WiMax Forum determinó que la arquitectura de red para WiMax estaría basada en una plataforma IP.
- Dicho grupo llegó a la conclusión de que una arquitectura IP dotaría de ventajas a la tecnología tales como: protocolos de transporte de extremo a extremo, calidad de servicio (QoS), gestión de sesiones, movilidad y seguridad.

Modelo de capas

El estándar IEEE 802.16 establece 2 capas principales y 3 subcapas para WiMax:

- ① Capa Física o capa PHY.
- ② Capa de Control de Acceso al Medio o capa MAC.
 - Subcapa de Convergencia o subcapa CS.
 - Subcapa de Seguridad.
 - Subcapa de Parte Común o subcapa CPS

Capa PHY y capa MAC

Funciones de la capa física.

- 1 Establecer la conexión física entre dispositivo emisor y receptor.
- 2 Transmisión de las secuencias de bits.
- 3 Establece el tipo de señal utilizada.
- 4 Establece el tipo de modulación y demodulación.
- 5 Determina la potencia de transmisión.

Funciones de capa MAC.

- 1 Se encuentra dividida en 3 subcapas.
- 2 Puede soportar topología PMP o topología de malla.
- 3 Tiene la capacidad de soportar varias capas físicas.

Subcapas MAC

Subcapa de Convergencia (CS).

- 1 Aceptar las unidades de datos de protocolo (PDU) de capas superiores.
- 2 Clasificación y mapeo de unidades de datos de servicio MAC.
- 3 Procesamiento de los PDU de las capas superiores basado en la clasificación.

Subcapa de Seguridad

- 1 Autenticación de dispositivo/usuario.
- 2 Encriptación del tráfico de datos.
- 3 Protección de mensajes de control.

Subcapa de Parte Común (CPS).

- 1 Reserva de ancho de banda.
- 2 Establecimiento de conexión.
- 3 Mantenimiento de la conexión entre ambos lados.

Protocolo de funcionamiento

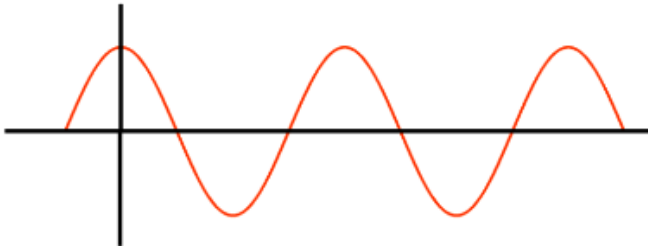
Versión del estándar IEEE 802.16-2004 e IEEE 802.16e-2005.

- Protocolo de transmisión de datos dúplex por división de tiempo (TDD).
- Protocolo de transmisión de datos dúplex por división de frecuencia (FDD).
- Protocolo de transmisión de datos semidúplex por división de frecuencia (HDD).
- Técnica de Acceso Multiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM).
- Codificación y Modulación Adaptativa (AMC).

Frecuencias de operación

WiMAX opera en dos rangos de frecuencia determinados.

- Alta frecuencia: Desde los 11 GHz - 66 GHz.
- Baja frecuencia: Desde los 2 GHz - 10 GHz.



Estandarización de Wimax

Tres versiones del estándar WiMax más relevantes.

- IEEE 802.16-2004 (802.16d): Basada en multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). Permite acceso fijo y nómada.
- IEEE 802.16e-2005 (802.16e): Tiene un acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). Tiene la capacidad de brindar acceso móvil, fijo y nómada.
- IEEE 802.16m: Versión más reciente que aún se encuentra en fase de desarrollo.

Organizaciones que velan por la estandarización

- 1 Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).
- 2 Comunidad WiMax.
- 3 WiMAX Spectrum Owners Alliance (WiSOA).
- 4 WiMax Forum.

Dispositivos finales e intermedios

Hay 4 dispositivos principales que conforma el hardware de una red WiMax.

- ❶ Estación base de WiMax.
 - Equipo de interior.
 - Torre.
- ❷ Receptor WiMax.
- ❸ Antena WiMax.
- ❹ Red de retorno WiMax.

Alcance y potencia de la tecnología WiMax

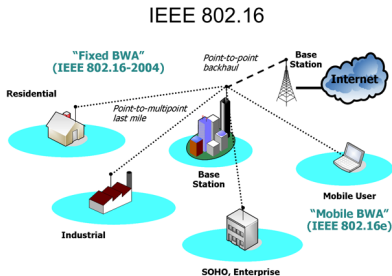
El alcance de una red WiMax depende en gran medida del tipo de operación en que se encuentre funcionando.

- Con línea de visión (LOS): La red se encuentra operando en el rango de alta frecuencia y su accesibilidad es de un radio de hasta 50 Km.
- Sin línea de visión (NLOS): La red se encuentra operando en el rango de baja frecuencia y su accesibilidad es de un radio de entre 6 Km - 10 Km.

Topologías

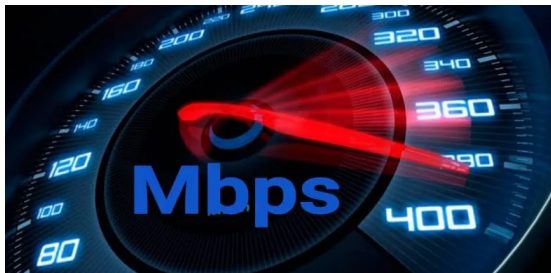
Se tiene 2 principales topologías a implementar:

- Topologia de punto a multipunto (PMP): Restricción a comunicación de nodos únicamente con la Estación Base.
- Topologia de Malla: No hay restricción de comunicación entre nodos y Estación Base.



Velocidades de transmisión

Se puede acceder a velocidades de hasta 75 Mbps, sin embargo el ancho de banda se redujo en función de la cantidad de dispositivos que se conecten a la red.



Usos típicos

WiMax puede ser implementado para aplicaciones relacionadas con:

- 1 Transmisión de datos de internet.
- 2 Transmisión de datos de voz y video.
- 3 Propocionar internet de banda ancha a poblaciones que se encuentran en zonas ailadas.
- 4 Interconectar redes de edificios vecinos.
- 5 Conectar puntos de acceso de tipo WLAN a internet.

Escenario real que utiliza WiMax

Implementación de tecnología WiMax en un entorno submarino realizado por la Univesidad de Cádiz.



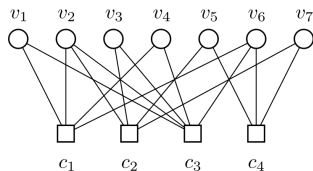
Código LDPC (verificación de paridad de baja densidad)

- Corrección de errores de transmisión a través de canales ruidosos
- Rendimiento cercano al límite de Shannon
- Excelente rendimiento con longitudes de bloques grandes
- Decodificación de alta velocidad

Código LDPC (verificación de paridad de baja densidad)

- Definido por una matriz de control de paridad $H = C \times B$
- B es el número de bits en el código (longitud del bloque)
- C es el número de controles de paridad
- Representado mediante gráfico de Tanner

$$\mathbf{H} = \begin{matrix} & v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 & v_7 \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} & c_1 \\ & c_2 \\ & c_3 \\ & c_4 \end{matrix}$$








Código LDPC (verificación de paridad de baja densidad)

- Implementación de encoder LPDC en Matlab
- Script para verificar funcionamiento correcto
- Enlace del video: <https://youtu.be/3-jPmLRNUxs>
- Enlace del repositorio de GitHub:
<https://github.com/facundo097/WiMax-MT8001>

Conclusiones

- Ideal para zona suburbanas y rurales
- Ha presentado problemas en la expansión de su uso
- La topología de malla es la más eficiente
- Limitantes de velocidad debido a características geográficas.

Bibliografía

-  [1] J. G. Andrews, A. Ghosh y R. Muhamed, Fundamentals of WiMAX. Understanding Broadband Wireless Networking, 2a ed. Westford, Massachusetts.: Prentice Hall, 2007.
-  [2] F. Ohrtman, WiMax Handbook. Building 802-16 Wireless Network, 2a ed. McGraw-Hill Communications, 2005.
-  [3] J. C. Reyes, M. B. Mejías, A. Medouri, R. El Messari y L. A. Mariscal. "Aplicación de la tecnología WiMAX a entornos marinos". Handle Proxy. <http://hdl.handle.net/10498/15533> (accedido el 30 de octubre de 2022)
-  [4] D. A. Thangaraj. NOC:LDPC and Polar Codes in 5G Standard, IIT Madras. (febrero de 2019). Accedido el 28 de octubre de 2022. [Video en línea]. Disponible: <https://nptel.ac.in/courses/108106137>
-  [5] S. Borwankar y D. Shah, «Low Density Parity check code (LDPC codes) overview», 2020.