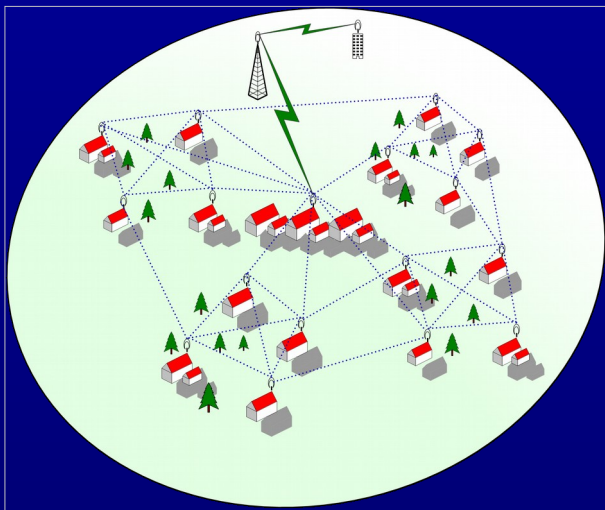


WiMAX: una alternativa d'accés a les xarxes amb banda ampla i sense fils



UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Autor: Jordi Pino Lacosta

Consultora: Helena Rifà Pous

Enginyeria Informàtica. 18 de juny de 2004

Taula de continguts

- L'estàndard 802.16
- Objectius del projecte
- Característiques tècniques de l'estàndard IEEE 802.16-2001
- Seguretat, mobilitat i regulació normativa de l'estàndard
- Modificacions que proposa l'estàndard IEEE 802.16a-2003
- Situació de l'estàndard 802.16 al mercat
- WiMAX comparat amb altres tecnologies
- Usos i exemples pràctics
- Conclusions
- Futures ampliacions
- Referències

Objectius del projecte

Objectiu:

● Analitzar la possibilitat d'oferir connexió, sense fils i amb banda ampla, a qualsevol tipus de xarxa a través de punts fixos, especialment en zones de baixa densitat de població i/o d'orografia complexa.

● Objectius parcials:

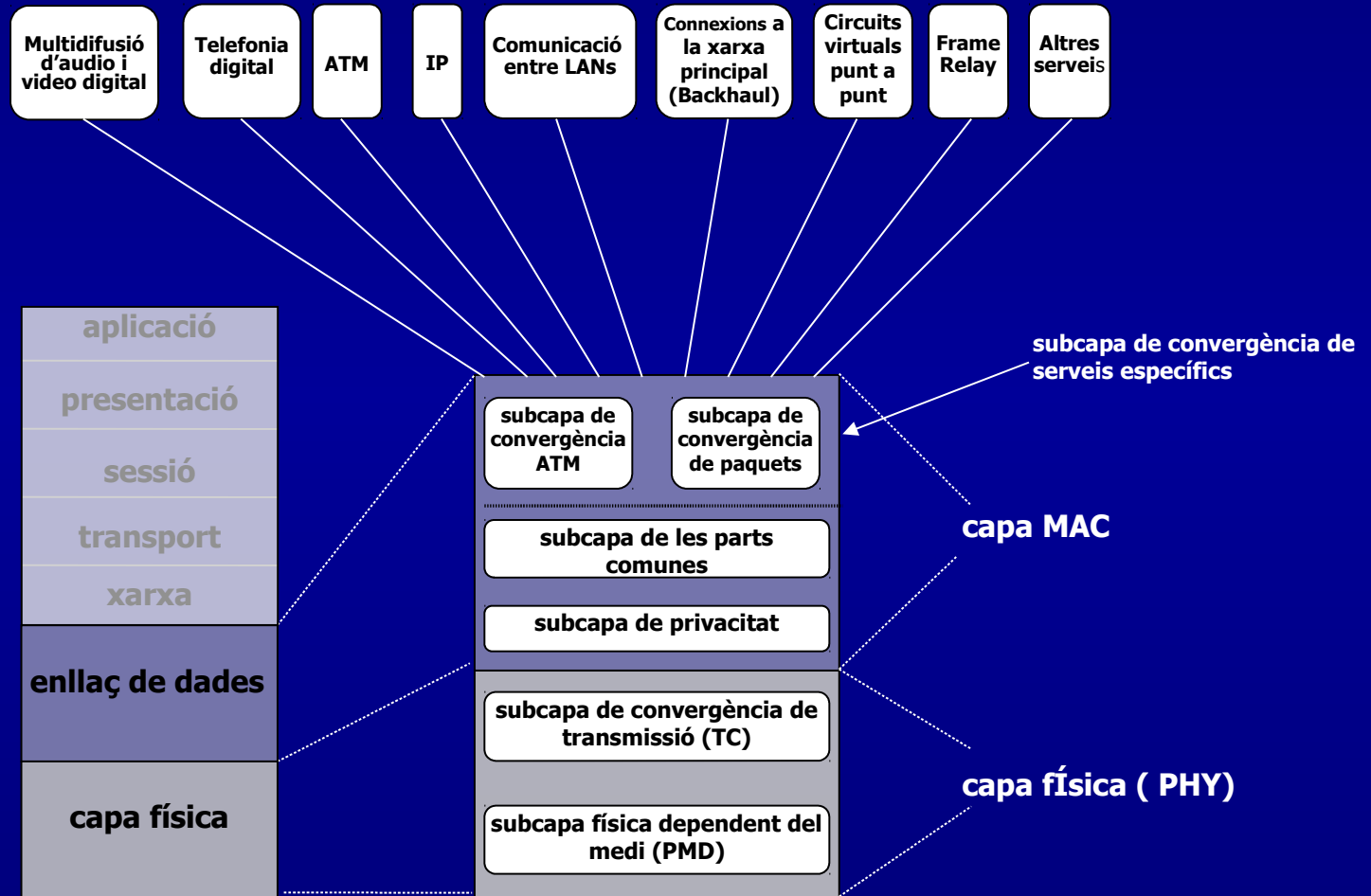
- anàlisi de l'estàndard 802.16
- paper que juga WiMAX en l'estàndard 802.16
- dissenyar xarxes que combinin WiMAX i Wi-Fi

L'estàndard 802.16 (1)

Punts de partida:

- accés a la banda ampla sense fils a través de punts fixos
- ús de la banda entre 10 i 66 GHz, amb llicència
- abast d'àrea metropolitana amb visibilitat directa (LOS)
- arquitectura punt a multipunt amb antenes estacionàries
- ha d'acceptar diferents capes físiques
- ha de permetre el transport de diferents tipus de servei, oferint qualitat de servei (QoS)
- capacitat per a transmissions de banda ampla, per damunt de 2 Mbps

L'estàndard 802.16 (2)



Estructura de capes i relació amb el model OSI

Característiques IEEE 802.16-2001 (1)

Protocol d'accés al medi:

- capa de control d'accés al medi (MAC) amb tres subcapes:
 - *subcapa de convergència de serveis específics*: interfície per a treballar amb diferents capes físiques
 - *subcapa de parts comunes*: funcions principals de la capa
 - *subcapa de privacitat*: autenticació i confidencialitat
- orientat a la connexió: cada servei s'associa a una connexió
- arquitectura punt a multipunt amb:
 - baixada de dades en mode TDM (*Time Division Multiplex*)
 - pujada de dades en mode TDMA (*Time Division Multiple Acces*)

Característiques IEEE 802.16-2001 (2)

La capa física (PHY):

- accepta duplexació per divisió en el temps (DDT) i per divisió en freqüència (DDF)
- transmissió de dades continua: permet l'entrellaçat
- transmissió de dades a ràfegues:
 - perfils de ràfegues que s'adapten a l'estat del medi
 - ús de sistemes avançats d'antenes
- baixada de dades per multiplexació en el temps (TDM)
- pujada de dades de clients amb accés múltiple per demanda (DAMA)

Característiques IEEE 802.16-2001 (3)

La capa física (PHY):

- assignació dinàmica dels intervals de temps gràcies a:
 - ús d'esquemes de modulació QPSK, QAM-16 i QAM-64 (opcional)
 - correcció d'errors FEC amb Reed-Solomon GF(256)
- velocitats de dades possibles:

ample de banda del canal	QPSK	QAM-16	QAM-64
20 MHz	32 Mbps	64 Mbps	96 Mbps
25 MHz	40 Mbps	80 Mbps	120 Mbps
28 MHz	44.8 Mbps	89.6 Mbps	134.4 Mbps

Característiques IEEE 802.16-2001 (4)

La capa física (PHY):

- modulació adaptativa segons les condicions del medi:
 - bones → més velocitat, menys robustessa
 - dolentes → menys velocitat, més robustessa
- funcionament amb visibilitat directa (LOS)
- calibració inicial de la potència i de la freqüència d'emissió de les estacions client, amb posteriors reajustaments periòdics
- sincronització dels rellotges de l'estacions client amb el de l'estació base

Característiques IEEE 802.16-2001 (5)

Qualitat de servei (QoS):

- tots els paquets tenen associat un flux de servei
- a cada flux de servei se li pot programar una QoS
- model d'activació de dues fases:
 - admissió del tipus de flux de servei i reserva de recursos
 - activació dels fluxos un cop completada la negociació
- establiment i modificació dinàmiques de la QoS del flux de servei
- possibilitat de QoS en els dos sentits de transmissió de dades

Seguretat, mobilitat, regulació normativa (1)

Seguretat:

- autenticació d'estacions clients amb certificats digitals X.509
- protocol de gestió de claus client-servidor
 - les estacions client reben material d'enciptació de l'estació base mitjançant el protocol PKM
 - periòdicament s'ha de renovar el material d'enciptació
- mètodes criptogràfics obligatoris per a estacions base i client:
 - enciptació de dades amb l'algoritme DES
 - enciptació de claus d'enciptació del trànsit de dades amb l'algoritme 3-DES
 - càlculs de resum de dades amb l'algoritme SHA-1

Seguretat, mobilitat, regulació normativa (2)

Mobilitat:

- l'estàndard 802.16e afegirà les especificacions per a la mobilitat:
 - ús de bandes amb llicència dins del subrang de 2 a 6 GHz
 - esquemes de modulació QPSK, QAM-16, QAM-64 i OFDM amb 256 subportadores
 - abast típic de les cel·les de 1,6 Km fins a 5 Km
 - funcionament sense visibilitat directa (NLOS)
 - velocitats de dins a 15 Mbps amb canals de 5 MHz
 - connexions amb velocitats de fins a 150 Km/h
 - sistemes d'estalvi d'energia segons les dades transmesses
- no estarà disponible fins a finals de 2004

Seguretat, mobilitat, regulació normativa (3)

Regulació normativa a l'Estat espanyol:

- espectre radiolèctric regulat segons el *Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias* (CNAF)
- amples de banda de canal fixats pel CNAF
- bandes sense necessitat de llicència (per a serveis ICM):
 - potència limitada a 100 mW PIRE
 - 2,4-2,5 GHz; 5,7-5,8 GHz; 24-24,25 GHz; 61-61,5 GHz
 - acceptar les interferències s'altres emissions ICM
- possibilitat d'usar nombrosos subrangos amb llicència:
 - potència màxima estació base +14 dBW/MHz
 - potència màxima estació client +30 dBW/MHz

Modificacions IEEE 802.16a-2003 (1)

- funcionament sense visibilitat directa (NLOS)
- topologies punt a multipunt i xarxes *Mesh* (opcional)
- diferents especificacions de capes físiques
- extensió de les especificacions per a la banda entre 2 i 11 GHz
 - amb llicència: tècniques avançades de gestió de potència i d'interferències, coexistència de sistemes i antenes diferents, repetició automàtica de peticions
 - sense llicència: afegeix selecció dinàmica de freqüència
- transport de diferents tipus de servei, oferint qualitat de servei (QoS)

Modificacions IEEE 802.16a-2003 (2)

Topologia de malla *Mesh*

- trànsit entre node base i nodes clients
- possibilitat de trànsit entre nodes client
- comunicacions es fan mitjançant enllaços entre dos nodes
- informació de QoS en els paquets, no en els enllaços
- utilització de diversos tipus d'antenes: omnidireccionals, orientables, sectorials o molt directives, sistemes d'antenes adaptatius (AAS)
- tipus de gestió de la xarxa *Mesh*:
 - centralitzada per l'estació base
 - distribuïda entre els nodes
 - combinació de les dues

Modificacions IEEE 802.16a-2003 (3)

Nomenclatura i característiques de les interfícies aire:

nom	banda de freqüències	modulació	opcions	modes de duplexació
WirelessMAN-SC	10-66 GHz	QPSK, QAM-16, QAM-64 (opcional)	-	TDD;FDD
WirelessMAN-SCa	2-11 GHz amb llicència	portadora simple	AAS; ARQ; STC	TDD; FDD
WirelessMAN-OFDM		OFDM 256	AAS; ARQ; STC topologia Mesh	TDD; FDD
WirelessMAN-OFDMA		OFDM 2048	AAS, ARQ; STC	TDD; FDD
WirelessHUMAN	2-11 GHz sense llicència	OFDM	AAS, ARQ; STC topologia Mesh	TDD

Estat actual del mercat (1)

L'estàndard 802.16 al mercat

- evolució de 802.16 molt lligada a la implantació de WiMAX
- 2004: primers productes segons l'estàndard 802.16
 - sistemes en avaluació
 - solucions de comunicacions
 - circuits integrats implementant 802.16
- productes compatibles però no interoperables
- desenvolupament de solucions actualitzables a 802.16

Estat actual del mercat (2)

WiMAX al mercat

 juny de 2004: encara no es pot certificar cap producte WiMAX

previsions de la implantació de WiMAX	
3r trimestre de 2004	proves de certificació llestes per a ser utilitzades
4t trimestre de 2004	primers certificats WiMAX
1r semestre de 2005	entrada dels primers productes en el procés de certificació WiMAX
principi de 2005	desplegament comercial per a indrets fixes amb antenes exteriors
finals de 2005	desplegament comercial per a indrets fixes amb antenes interiors
2006/2007	xips WiMAX en dispositius portàtils (notebooks, PDAs,)


WiMAX comparat amb altres tecnologies (1)

WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access Forum*):

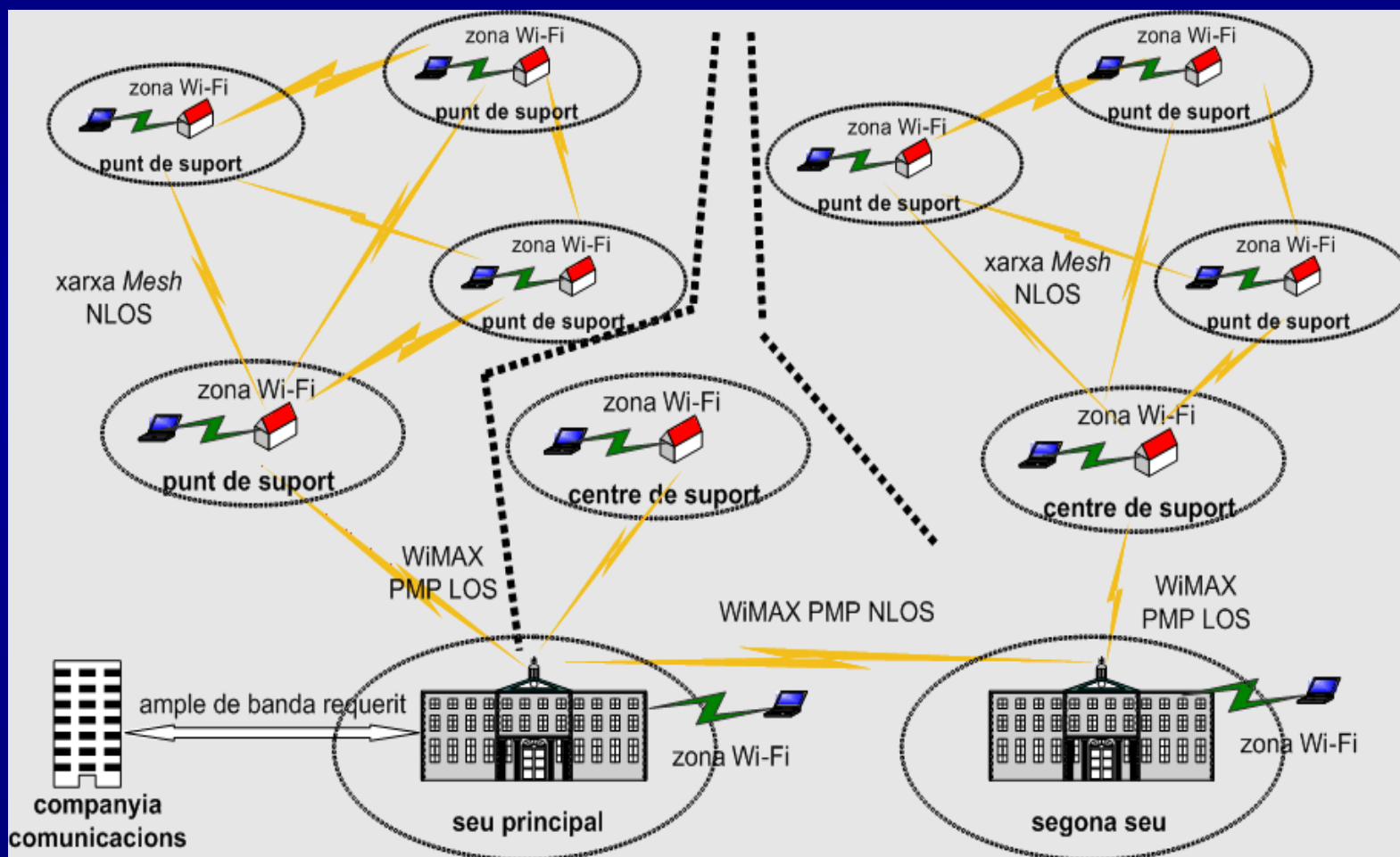
- consorci format per més de 100 empreses: Alcatel, AT&T, British Telecom, Fujitsu, Intel, Nokia, Siemens, ...
- certifica la compatibilitat i la interoperabilitat d'equips basats en els estàndards 802.16a i ETSI HIPERMAN
- subconjunt d'especificacions de l'estàndard 802.16a:
 - modulació OFDM amb 256 subportadores
 - utilització de bandes sense llicència: 2,4 GHz i 5.8 GHz
 - utilització de bandes amb llicència: 2,5 GHz i 3.5 GHz
- estacions base amb cobertura d'uns 50 Km i velocitats fins a 70 Mbps, sense visibilitat directa (NLOS)

WiMAX comparat amb altres tecnologies (2)

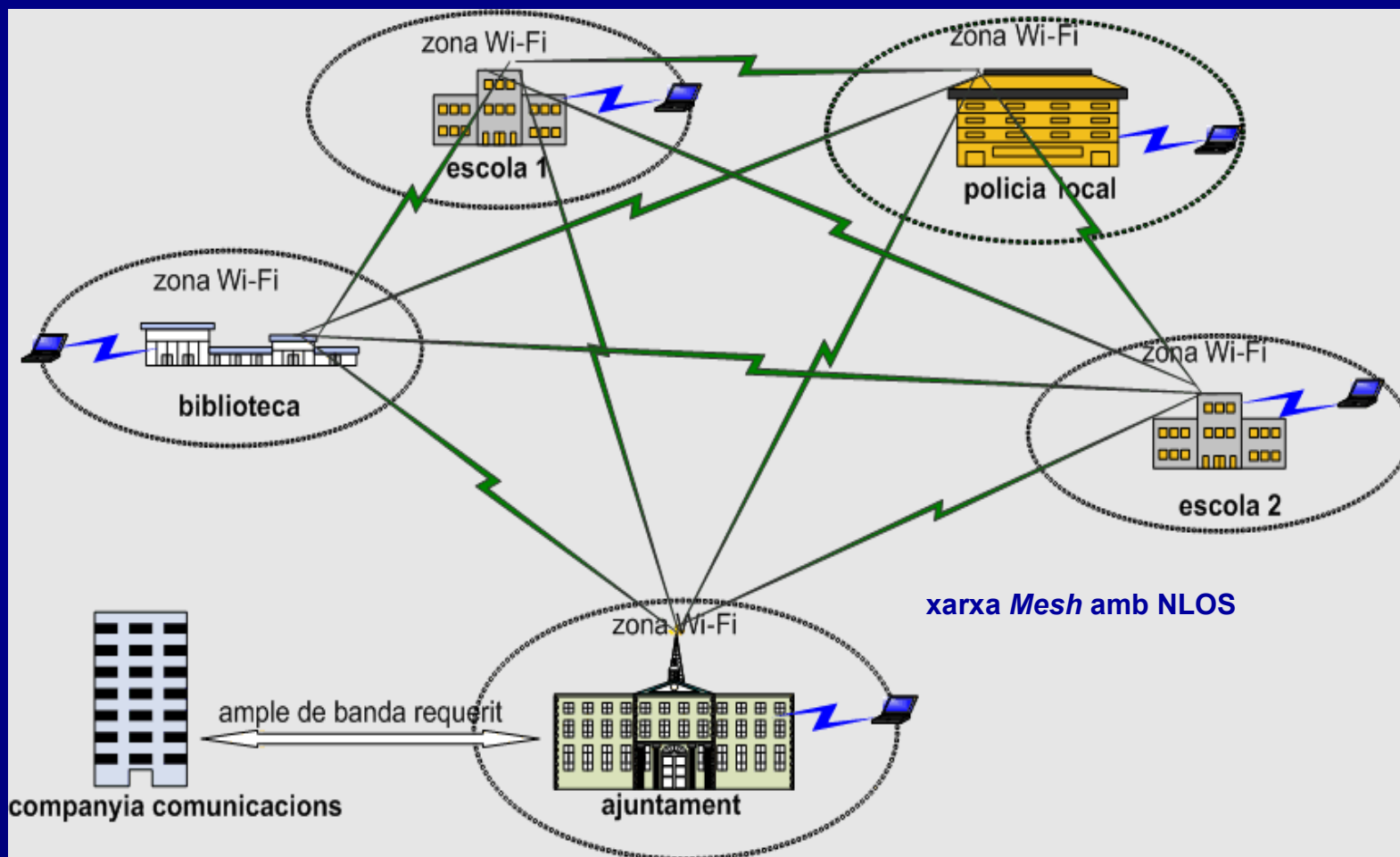
tecnologia	banda	llicència	abast	velocitat	visibilitat	mobilitat	usuaris
WiMAX	2-11 Ghz	depén	50 Km	70 Mbps	NLOS	no	milers
Wi-Fi 802-11b	2.5 GHz	no	100 m	11 Mbps	NLOS	sí	centenes
Wi-Fi 802-11a	5 GHz	no	100 m	54 Mbps	NLOS	sí	desenes
LMDS	≥ 25 GHz	sí	14 Km	1,5 Gbps	LOS	no	milers
UMTS	≈ 2 GHz	sí	depén	2 Mbps	NLOS	sí	desenes
cablejada	-	sí	-	52 Mbps	-	no	milers
802.20	<3 GHz	sí	-	16 Mbps	NLOS	250 Km/h	desenes
HIPERMAN	5 GHz	depén	50 Km	70 Mbps	depén	no	milers
Propietària	depén	depén	depén	depén	depén	depén	depén
PLC	-	sí	-	45 Mbps	-	no	centenes

 La velocitat i l'abast depenen de diversos factors, especialment de l'esquema de modulació, de la freqüència i de l'ample de banda del radiocanal.

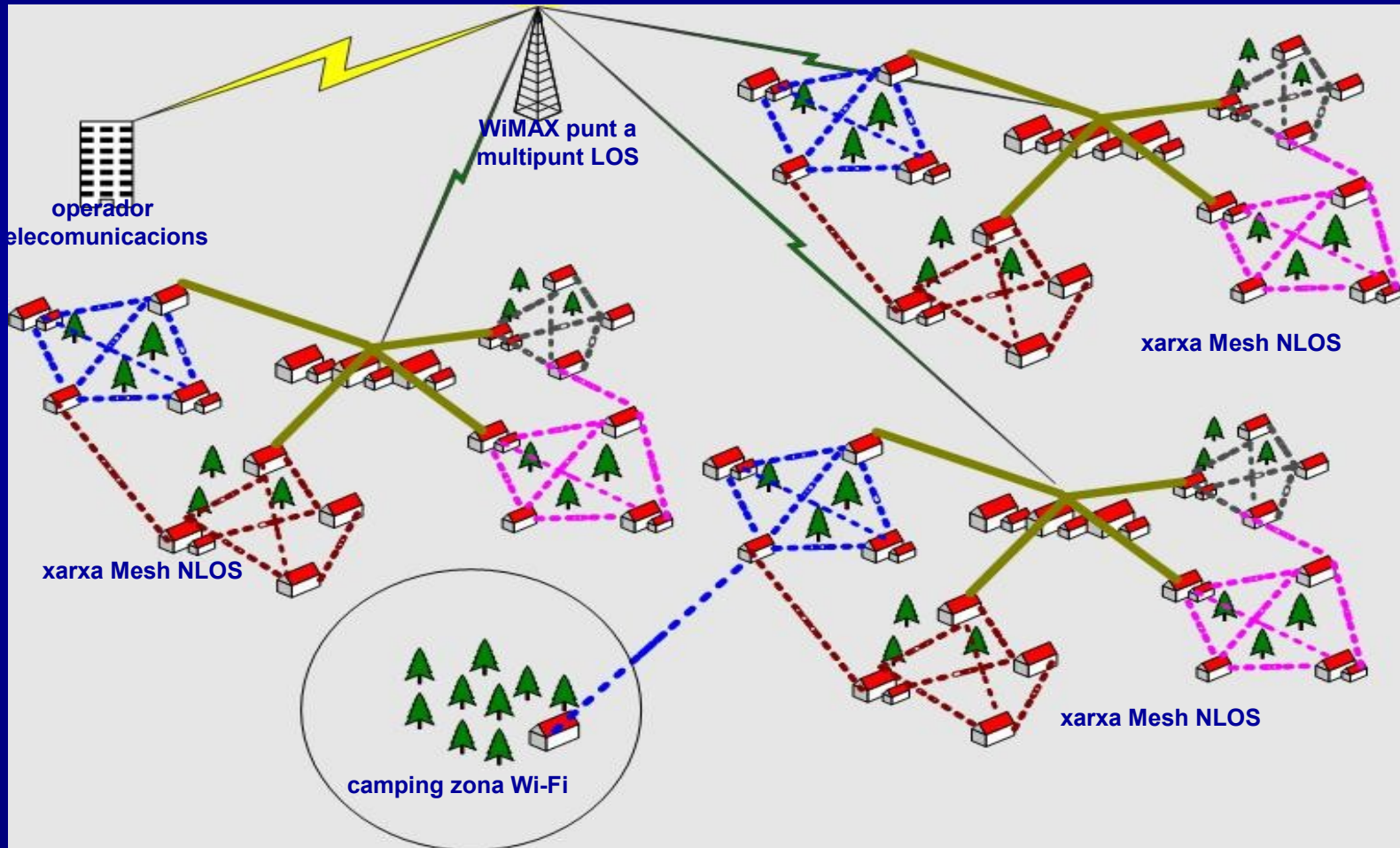
Xarxa de la UOC



Serveis municipals sense fils



Connexió en un medi rural



Conclusions

- L'estàndard 802.16 especifica els requeriments per a la connexió a xarxes a través de punts fixos, sense fils i amb banda ampla, en el rang de freqüències de 2 a 66 GHz
- WiMAX certifica la compatibilitat i la interoperabilitat entre dispositius basats en l'estàndard 802.16a i HIPERMAN
- els productes WiMAX permeten:
 - combinació amb tecnologies d'accés a la xarxa local
 - accés de "l'última milla" a la banda ampla a un cost assequible
 - substitució d'altres tecnologies en determinades situacions
 - alta escalabilitat de les xarxes
- WiMAX: solució molt adequada per a l'accés sense fils a la banda ampla en entorns de baixa densitat de població i/o orografia complexa

Futures ampliacions

● la Universitat Oberta de Catalunya sense fils:

- connexió en xarxa dels centres, punts de Suport i seus de la UOC mitjançant WiMAX
- accés sense fils a les xarxes locals de cada edifici mitjançant Wi-Fi

● extensió de la banda ampla

- desenvolupament d'una xarxa sense fils, sense visibilitat directe i amb topologia Mesh

Referències (1)

- IEEE Std. 802.16TM-2001. *802.16TM IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed for Broadband Wireless Acces Systems.* ISBN 0-7381-3071-0
- IEEE Std. 802.16aTM-2003. (Ammendment to IEEE Std. 802.16TM-2001) *802.16aTM IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed for Broadband Wireless Acces Systems. Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2–11 GHz.* ISBN 0-7381-3567-4
- IEEE Std. 802.16cTM-2002. (Ammendment to IEEE Std. 802.16TM-2001) *802.16cTM IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed for Broadband Wireless Acces Systems. Amendment 1: Detailed System Profiles for 10–66 GHz.* ISBN 0-7381-3494-5

Referències (2)

- STALLINGS, W., *Wireless Communications and Networks*. Ed. Prentice Hall, 2001. ISBN 0-13-040864-6. pàg. 31; 133; 139; 146-147; 357; 362; 366-381
- EKLUND i altres. *A Technical Overview of the WirelessMAN™ Air Interface for Broadband Wireless Access*. IEEE Communications Magazine, June 2002
- PRIETO BLÁZQUEZ, J. i altres. *Xarxes de Computadors IV*. Ed. Eurecamedia S.L., 2002. ISBN 84-8429-588-5
- White Paper. *IEEE 802.16a Standard and WiMAX Igniting Broadband Wireless Access*. 17-06-2004
<http://www.wimaxforum.org/news/downloads/WiMAXWhitepaper.pdf>

Referències (3)

- *Espectro radiolèctric. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF)* <http://www.setsi.mcyt.es/>
- IEEE 802.16 Project Development Milestones. <http://www.ieee802.org/16/milestones.html>
- WiMAX Forum. 23-03-2004 <http://www.wimaxforum.org/home>
- Wi-Fi Alliance (WECA) 23-03-2004 <http://www.weca.net/OpenSection/index.asp>
- 802.16 News. 23-03-2004 <http://www.80216news.com>

WiMAX: una alternativa d'accés a les xarxes amb banda ampla i sense fils

Fi de la presentació

(Pulsa Esc per a sortir)

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Autor: Jordi Pino Lacosta

Consultora: Helena Rifà Pous

Enginyeria Informàtica. 18 de juny de 2004

