Resumen: Acceso de Banda Ancha y VoIP

# 1. Tecnologías de Acceso de Banda Ancha

Las tecnologías de acceso permiten conectar al usuario final con la red del operador. Existen accesos fijos y móviles:  
  
Acceso fijo:  
- xDSL: usa el par trenzado telefónico. Tipos: ADSL, ADSL2+, VDSL2. Limitaciones por distancia y ruido.  
- HFC: redes híbridas fibra-coaxial, evolución del cable TV. Usa DOCSIS. Alta capacidad pero compartida.  
- FTTH/FTTx: fibra óptica hasta el hogar. Alta velocidad, baja latencia y gran capacidad. Tecnologías: Ethernet activa, GPON.  
- Satélite: cobertura amplia, útil en zonas remotas. Problemas de retardo (especialmente en GEO).  
- WLAN: redes WiFi, estándar IEEE 802.11 (hasta WiFi 7).  
  
Acceso móvil:  
- Tecnologías móviles: 2G a 5G. Mejora progresiva en velocidad y latencia.  
- WiMAX (IEEE 802.16): alternativa inalámbrica con cobertura hasta 50 km.  
  
Tendencias:  
- Dominio creciente de FTTH.  
- Reemplazo de tecnologías xDSL y HFC.  
- Necesidad de soportar servicios: VoD, IPTV, videollamadas, juegos en línea.

# 2. VoIP y Enlaces T1/E1

La VoIP (Voice over IP) transmite voz sobre redes IP. Digitaliza la voz usando PCM (G.711), obteniendo una tasa de 64 kbps (DS0).  
  
Multiplexación:  
- TDM: combina varios canales DS0 en tramas DS1 (T1 = 1.544 Mbps, 24 canales) o E1 (2.048 Mbps, 32 canales).  
  
Codificación y transmisión:  
- Codecs como G.711, G.729A, G.723.1: balancean calidad, tasa y retardo.  
- Protocolos RTP/UDP/IP encapsulan la voz.  
- Tamaño del paquete influye en el ancho de banda: más muestras por paquete = mayor eficiencia.  
  
Tramas Ethernet:  
- Añaden sobrecarga (cabeceras IP/UDP/RTP + Ethernet).  
- PHS (Payload Header Suppression): compresión de cabeceras para reducir tasa de bits.  
- Tramas IPv6 incrementan el tamaño de cabecera IP, afectando al cálculo del ancho de banda.  
  
Ejemplos:  
- G.711 (10 ms): sin PHS ~110.4 kbps, con PHS ~78.4 kbps.  
- G.729 (10 ms): sin PHS ~54.4 kbps, con PHS ~22.4 kbps.  
  
VoIP permite ahorro y flexibilidad, pero requiere control de QoS para asegurar calidad de la llamada.