

Multiplex DVB-T sobre IP: Condiciones de transporte

ARBA Link es la familia de radioenlaces punto-punto con tecnología aerDOCSIS de Albentia Systems. Cubre todo tipo de necesidades, pudiendo emplearse como simples bridges inalámbricos (interconexión de sedes), como sistemas de backhaul de redes celulares, para transporte de internet (WISP), Smart cities, IoT y videovigilancia.

En España, la modulación empleada en los transmisores DVB-T para un múltiplex es 64QAM-2/3, prefijo cíclico 1/4 y 8 MHz de ancho de canal. La capacidad resultante del múltiplex es de 19,91 Mbps, que es la carga útil a transportar.

Un conversor ASI-IP optimizado debe minimizar la sobrecarga añadida por los diferentes protocolos que se emplean para garantizar la correcta transmisión del Transport Stream MPEG-2. Los protocolos empleados son los siguientes:

- Los programas codificados en MPEG2 se multiplexan formando un Transport Stream de 19,91 Mbps, en celdas de 188 bytes.
- Para minimizar la sobrecarga introducida por Ethernet y aproximarse al máximo tamaño de paquete (MTU) de 1500 bytes, los paquetes del Transport Stream se agrupan de siete en siete, formando un total de 1316 bytes.
- Se añade la cabecera RTP con información de temporización.
- El protocolo de transporte UDP añade una sobrecarga de 8 bytes.
- El protocolo IP introduce una cabecera de 20 bytes.
- Por último, la capa Ethernet añade 14 bytes por paquete.

El resultado es que el nivel físico la sobrecarga es de un 4,4%, lo que incrementa la capacidad requerida al nivel físico de 19,91 Mbps a 20,78 Mbps. Este dato es clave a la hora de diseñar el enlace de transporte.

Especificaciones de la capa física

Como se ha discutido anteriormente, la capa física debe proporcionar una capacidad neta a nivel Ethernet de al menos 20,78 Mbps en el sentido de la transmisión. Dado que la transmisión es unidireccional, no se requiere capacidad en el sentido contrario, salvo para información de control y retransmisiones. Es necesario además que el resto de servicios que comparten el enlace no interfieran con el múltiplex de vídeo (telemetría de la torre, control de presencia, teléfono para los técnicos de campo, etc).

Aunque el adaptador ASI-IP incorpora un buffer para tolerar cierto Jitter en el tiempo de llegada de los paquetes IP, la capacidad indicada debe proporcionarse en tiempo real. Esto exige que el medio físico proporcione mecanismos de calidad de servicio (QoS) capaces de proporcionar capacidades garantizadas de forma estable y continua en entornos de larga distancia y en bandas de uso libre que presentan interferencias.

Transporte de un Múltiplex DVB-T con Link-100 y Link-400

Los equipos ARBA Link-100 emplean un ancho de canal de 10 MHz, lo que permite proporcionar una capacidad neta agregada hasta 35Mbps. En los equipos Link-400 se dispone de cuatro canales de 10 MHz, consiguiendo una capacidad neta de 140 Mbps.

La transmisión de cada múltiplex debe realizarse sobre un flujo de datos con capacidad mínima de 21Mbps y con la capacidad de retransmisión de paquetes perdidos a nivel del propio enlace radio. Es en este aspecto de las retransmisiones donde la tecnología aerDOCSIS de Albentia Systems destaca especialmente.

En general, muchos fabricantes disponen del mecanismo ACK, descrito en el estándar 802.11 (Wi-Fi). Con este mecanismo, si se pierde un paquete, se detiene toda la transmisión hasta que este paquete es recuperado. En general esto no es un problema en entornos de propagación benévolo, con poca pérdida de paquetes, dado que al haber pocas retransmisiones la transmisión se detiene pocas veces.

Sin embargo, la mayor parte de entornos donde se instala un radioenlace de vídeo no son sitios benévolos radioeléctricamente hablando, sino todo lo contrario. Son torres con grandes niveles de interferencia dado el gran número de servicios que operan en ellas. En este contexto, la tecnología aerDOCSIS de Albentia Systems aporta una función diferenciadora: La funcionalidad ARQ (Automatic Repeat Request), que permite recuperar los paquetes perdidos debido a la interferencia de forma paralela a la transmisión a nivel 2. Dicho de otro modo, aerDOCSIS recupera los paquetes perdidos mientras se sigue transmitiendo el tráfico, los reordena y los entrega en el ethernet del equipo como si nunca se hubieran perdido. Esto es especialmente importante cuando se usan elementos como codificadores o grabadores que han sido diseñados para estar conectados por cable.

También se dispone de otros mecanismos frente a interferencias como la modulación adaptativa o el control de modulación basado en la tasa de pérdidas y recuperación de paquetes por parte del ARQ. De forma exclusiva en el sector de los enlaces en banda libre, aerDOCSIS dispone de un modo de alta linealidad que actúa modificando la cadena de recepción y evitando la des-sensitización debido a interferencias de alta potencia en la misma banda.

Alcance del Link 100 y Link 400

El primer punto importante a destacar es que el equipo Link-100 dispone de un canal de 10 MHz y el equipo Link-400 dispone de cuatro canales de 10 MHz. Cuatro canales de 10 MHz **no es equivalente** a un canal de 40 MHz, que usan la mayoría de equipos basados en Wi-Fi. La diferencia en cuanto a alcance es clara: utilizar un canal de 10 MHz (o cuatro) frente a canales de 40 MHz implica una reducción de cuatro veces el ancho de canal. Esto de forma directa mejora en 6 dB la sensibilidad, lo que equivale a decir que, para las mismas antenas, **los equipos aerDOCSIS de Albentia Systems ofrecen un alcance útil que es el doble que en un equipo basado en Wi-Fi.**

Para modulación 64QAM-3/4 los equipos aerDOCSIS permiten una potencia máxima de salida de 23dBm, con una sensibilidad de -74 dBm. Con estos datos podemos considerar varios escenarios, con un pequeño margen de desvanecimiento de 6 dB:

- Si se emplean antenas integradas de 23dBi, podríamos obtener un alcance de 25 km.
- Empleando antenas tipo parábola de 90 cm de diámetro (32 dBi de ganancia), podemos obtener hasta 120 km de alcance.

No obstante, dadas las características de la señal a transmitir y los requerimientos de capacidad elevada constante en tiempo real, se recomienda diseñar el enlace con una alta disponibilidad, para lo que habrá que garantizar el margen para desvanecimiento apropiado en cada caso (mayor que 6 dB). Hay que tener en cuenta que cuanto más largo es el enlace más posibilidades de desvanecimiento hay y, por tanto, más margen hay que aplicar. Aún así, no es extraño en campo ver enlaces con antenas integradas a 15 km y a 50 o 60 km con las antenas tipo parábola.

Conclusiones

Tras lo visto en el documento hasta este punto, los requisitos que se dan para realizar el transporte de un múltiplex DVB-T sobre IP son:

- Throughput neto unidireccional a nivel Ethernet superior a 22,8 Mbps
- La capacidad debe estar garantizada todo el tiempo. Otros servicios que compartan el radioenlace (control, gestión, videovigilancia de la torre) no interfieran con la transmisión del múltiplex.

Los motivos por los que los equipos aerDOCSIS de Albentia Systems son los ideales para estos escenarios son:

- Sistema entramado con soporte de calidad de servicio (QoS): mecanismos de capacidad mínima garantizada.
- Control automático de modulaciones y división de la trama controlable que permite desbalancear la capacidad neta total.
- ARQ para retransmisión de paquetes perdidos y alta robustez frente a interferencias. Modo de alta linealidad.
- El doble de alcance que con los equivalentes Wi-Fi y sus derivados.

Aplicaciones

- Radioenlaces profesionales punto a punto.
- Soluciones de backhaul.
- Radioenlaces para interconexión de LANs.
- Sistemas profesionales de transmisión de datos, voz y vídeo.
- Smart Cities.
- IoT.
- Sistemas de misión crítica

Características técnicas

- Banda no-licenciada de 5 GHz.
- Capacidad: 35 o 140 Mbps netos.
- Ancho de canal hasta 10MHz. Varios canales agregados.
- Robustez frente a interferencias.
- QoS y separación de servicios.
- Bajo consumo: 4W o 36W según modelo.
- OFDM con modulación adaptativa.
- Equipamiento de intemperie IP67.
- Recuperación dinámica de paquetes con ARQ.

