

TI 317 1.1es, Red de Audio Dante

Índice

1. Audionate Dante.....	3
2. Nociones y funcionamiento básico de Dante..	3
2.1 Conexión en red y detección de dispositivos.....	3
2.2 Ruta y transporte del audio en redes Dante.....	3
2.3 Métodos de transporte en redes Dante.....	4
2.3.1 Flujos de unidifusión y multidifusión.....	4
2.3.2 IGMP Snooping.....	5
2.4 Distribución y recuperación de la señal de reloj.....	5
2.5 Redundancia.....	5
2.6 Latencia.....	6
3. Selección del hardware de red.....	7
3.1 Criterios para la selección de conmutadores de red Dante.	7
3.1.1 Gigabit Ethernet.....	7
3.1.2 Ancho de banda de conmutación interna.....	7
3.1.3 Funciones de gestión.....	7
3.1.4 Calidad de servicio (QoS).....	8
3.1.5 Ethernet de eficiencia energética (EEE).....	8
3.1.6 Redes de área local virtuales (VLAN).....	8
3.1.7 IGMP Snooping.....	9
3.1.8 Opción de fibra.....	9
3.1.9 Hardware compatible con la carretera.....	9
3.1.10 RSTP (topologías de anillo y malla).....	9
3.2 Conmutadores recomendados para sistemas Dante.....	9
3.2.1 Serie GigaCore de Luminex.....	10
3.2.2 Serie Yamaha SWP1.....	10
3.2.3 Serie Cisco SG300.....	10
4. Solución de problemas.....	10
5. Prácticas recomendadas.....	12
5.1 Puesta en servicio de redes Dante.....	12
5.2 Topologías.....	12
5.2.1 Conexión en cadena ("daisy-chain").....	12
5.2.2 Topología en estrella.....	12
5.2.3 Topología de anillo/malla.....	12

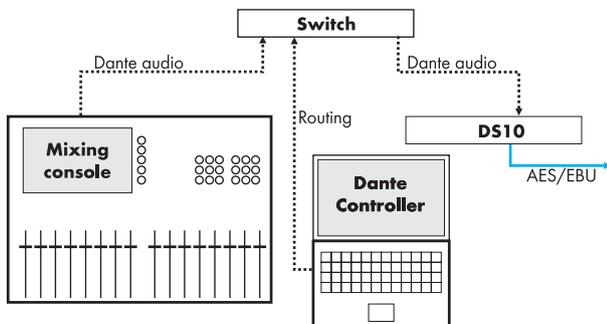
1. Audinate Dante

Audinate Dante es una combinación de protocolos, hardware y software, que se ha diseñado para transportar la señal de audio por redes IP. En función del hardware y el software que se utilice, pueden transmitirse hasta 512 x 512 canales de audio a través de una única conexión Gigabit Ethernet. Dante admite, por ejemplo, frecuencias de muestreo entre 44,1 y 192 kHz y entre 16 y 32 bits. Con el Puente de red de audio DS10, d&b audiotechnik ofrece una interfaz entre Dante y AES/EBU que se ha diseñado para el uso profesional y para que sea compatible con un amplia selección de productos de terceros.

El funcionamiento de Dante se basa en hardware y tiene lugar en el interior de los dispositivos. Al mismo tiempo, también están disponibles soluciones basadas en software, o "tarjetas de sonido virtual", para los sistemas operativos Mac OS y Windows que permiten integrar equipos en sistemas de audio de Dante. De este modo, pueden utilizarse para grabación y reproducción multipista o para el procesamiento de audio con software a través de la red sin necesidad de convertir el soporte.

2. Nociones y funcionamiento básico de Dante

Una red Dante está formada como mínimo por dos dispositivos habilitados para Dante y, si es necesario, un conmutador de red adecuado (en el caso más sencillo posible, los dos dispositivos se conectan directamente). Para configurar la ruta del audio entre los dispositivos, también se necesita un PC que ejecute Audinate Dante Controller. Determinados dispositivos habilitados para Dante proporcionan determinadas funciones de enrutamiento incluso sin una instancia de Dante Controller.



Una vez que todos los dispositivos estén conectados, Dante Controller los detectará y se mostrarán en una vista de matriz con todas las entradas y salidas disponibles. Para configurar las rutas del audio, pueden situarse marcas en los puntos de cruce deseados dentro de la matriz. Además de la detección de dispositivos, otros ajustes de configuración, como la asignación de direcciones IP o la sincronización, también funcionan automáticamente y, en general, no es necesaria la interacción del usuario, incluso en grandes sistemas.

Si el hardware de red adecuado y la multitud de opciones de configuración que ofrece la tecnología subyacente se utilizan correctamente, los sistemas Dante son muy fáciles de manejar. La experiencia demuestra que la amplia mayoría de problemas se producen por una configuración de la red demasiado intencionada. No todo lo que es técnicamente

posible es necesario o importante.

En este documento se pretende proporcionar información inicial importante sobre la terminología, la configuración y el funcionamiento adecuados de los sistemas Dante, así como información sobre las prácticas recomendadas y la solución de problemas. Recomendamos encarecidamente el estudio adicional de la documentación completa que proporciona Audinate¹ en su sitio web. Encontrará información adicional sobre las redes Ethernet en nuestro documento técnico TI310².

2.1 Conexión en red y detección de dispositivos

Como Dante se basa en el protocolo IP, todos los dispositivos de la red deben tener una configuración de red compatible. Esa configuración se logra mediante el método local/Zeroconf³ de vínculo automático que admiten todos los dispositivos habilitados para Dante y todos los sistemas operativos correspondientes. Esta tecnología no necesita una entidad aparte para asignar las direcciones IP, sino que todos los dispositivos toman una dirección aleatoria en un rango predeterminado y siguen un procedimiento que garantiza que esa dirección no esté ya en uso. La conexión local se activa automáticamente cuando un dispositivo o un sistema operativo habilitados para Dante se han definido para que obtengan su configuración de red de manera automática, y normalmente tarda un par de segundos en terminar.

	Principal	Secundaria
Rango de IP	169.254.*.*	172.31.*.*
Máscara de subred	255.255.0.0	255.255.0.0

También se puede utilizar la asignación de la dirección IP manual y mediante DHCP. En ese caso, es responsabilidad del usuario asegurarse que los ajustes en todos los dispositivos son compatibles.

La detección de dispositivos se implementa automáticamente mediante una variante del protocolo Bonjour⁴ de Apple. Además de no necesitar la interacción del usuario, este protocolo activa Dante Controller para detectar los dispositivos habilitados para Dante incluso si sus configuraciones de red no son correctas. Aunque en ese caso no se pueda establecer ninguna ruta de audio, los dispositivos respectivos y su configuración de red se siguen mostrando en el software, lo que permite al usuario actuar sobre esa información sin tener que adivinarla.

2.2 Ruta y transporte del audio en redes Dante

Dentro de la red, los dispositivos habilitados para Dante presentan sus salidas y entradas como canales de transmisión (Tx) y/o recepción (Rx) y, de este modo, actúan como transmisores y/o receptores Dante de acuerdo con esa terminología. Mediante Dante Controller (o bien una función de enrutamiento que esté integrada en el dispositivo

¹ <http://www.audinate.com>

² http://www.dbaudio.com/fileadmin/docbase/TI310_1.1EN.PDF

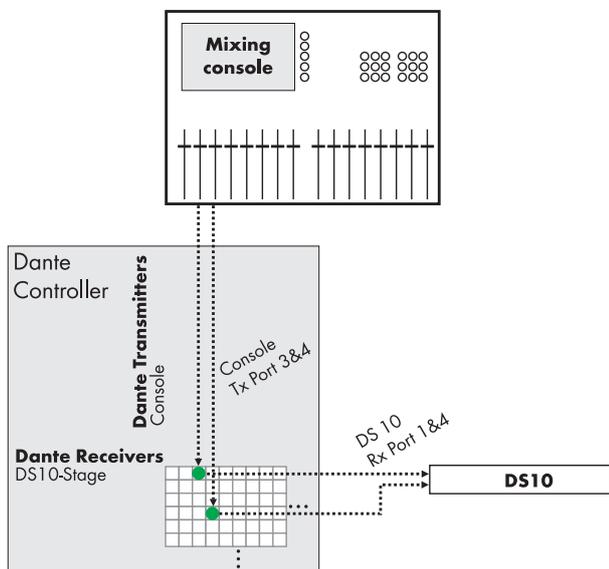
³ https://en.wikipedia.org/wiki/Zero-configuration_networking

⁴ [https://en.wikipedia.org/wiki/Bonjour_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bonjour_(software))

correspondiente), el usuario puede definir rutas de audio entre canales Tx y Rx específicos. La perspectiva sobre la ruta en Dante siempre es desde el dispositivo de recepción: un receptor se "suscribe" a determinados canales de uno o varios transmisores. El ancho de banda de red real, que depende del número de canales de audio transmitidos, solo se utiliza cuando se han creado suscripciones.

Normalmente, las suscripciones se guardan en el receptor. Esto significa que tras una interrupción temporal en la red o de un ciclo de encendido y apagado, todas las rutas de audio se restablecen automáticamente.

El enrutamiento se basa totalmente en los nombres de dispositivos y canales. Por ese motivo, los nombres de los dispositivos dentro de una red deben ser exclusivos. De manera similar, los nombres de canal deben ser exclusivos dentro de un dispositivo. De este modo, se puede sustituir un transmisor por otro y, siempre y cuando los nombres de dispositivos y canales sean idénticos a los anteriores, todas las suscripciones que tenía ese transmisor se restablecerán automáticamente.

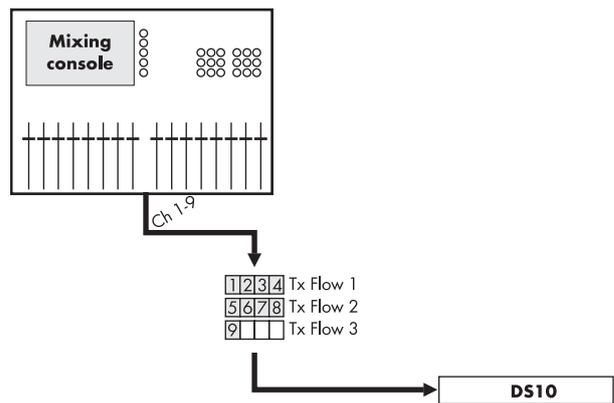


2.3 Métodos de transporte en redes Dante

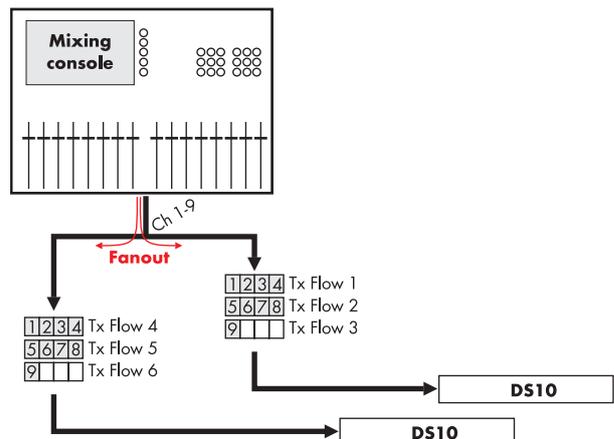
2.3.1 Flujos de unidifusión y multidifusión

Para utilizar el ancho de banda de red de una manera más eficaz, Dante combina los canales de audio que se van a transmitir en flujos lógicos. A su vez, esos flujos pueden transmitirse como flujos **unidifusión** o multidifusión.

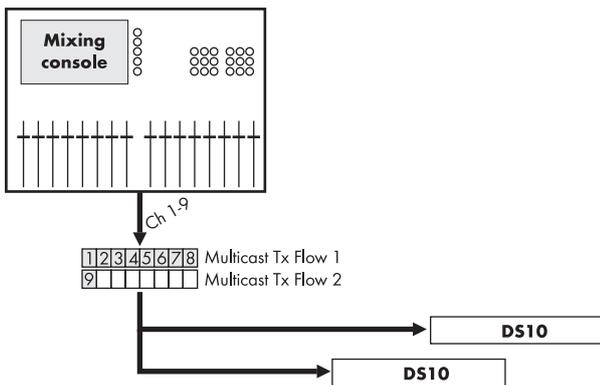
De manera predeterminada, todos los flujos son unidifusión. En ese caso, para cada receptor se crean flujos separados que contienen hasta cuatro canales de audio. Por tanto, el número total de flujos se determina mediante el número total de suscripciones de canal por receptor.



Si varios receptores se suscriben a los mismos canales de audio, se generan los múltiples flujos respectivos y ancho de banda de red consumida. Esa duplicación de flujos se denomina "configuración de despliegue". Normalmente, esto no es relevante desde el punto de vista del ancho de banda, porque pueden transmitirse hasta 512 canales de audio a 48 kHz de manera bidireccional a través de una conexión Gigabit Ethernet. Es mucho más probable que en algún momento ya no se pueda generar el número necesario de flujos, porque el recuento máximo de flujos de transmisión y recepción normalmente es de 32, lo que puede llegar a ser un factor limitador incluso si solo tiene que transmitirse un pequeño número de canales a un gran número de receptores.



En estos casos, debe considerarse utilizar la **multidifusión**. Los flujos de multidifusión deben generarse específicamente en Dante Controller. En contraste con los flujos de unidifusión, los de multidifusión contienen hasta ocho canales de audio y solo deben generarse una vez independientemente del número de suscripciones a esos canales. En el transmisor, no hay duplicación de tráfico o de flujos, sino que los conmutadores manejan los flujos de multidifusión y los envían a la salida a través de todos los puertos "inundando" así la red.



No obstante, debido a ese aluvión de paquetes de datos, se recomienda aplicar más medidas reguladoras cuando se utilizan flujos de multidifusión para evitar la sobrecarga de los segmentos de red o los dispositivos.

2.3.2 IGMP Snooping

Un uso intenso de la opción de multidifusión requiere que todos los conmutadores troncales admitan las medidas que impiden el sencillo aluvión de la red con los paquetes de datos. Por este motivo, Dante implementa la opción IGMP Snooping (IGMP = Protocolo de Gestión de Grupos en Internet). Los conmutadores que admiten esta función pueden gestionar el envío de los datos de multidifusión de un modo inteligente, de manera que los conmutadores no transmiten simplemente los datos de multidifusión a todos los puertos, sino que consultan al resto de la red para determinar dónde se necesitan. Si IGMP Snooping⁵ está activado, todas estas acciones se realizan automáticamente y, en función de la marca y el modelo del conmutador, también si está configurado correctamente.

2.4 Distribución y recuperación de la señal de reloj

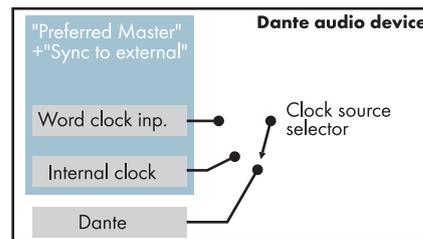
Para activar la reproducción síncrona, cada sistema de audio requiere un origen central de la señal de reloj. En el caso de Dante, cada dispositivo de hardware en la red puede asumir esta función en lugar de necesitar un dispositivo específico para que se lleve a cabo esta función. La distribución de la señal de reloj se produce a través de la red mediante el Protocolo de precisión de la hora conforme a IEEE1588⁶. El mismo mecanismo selecciona automáticamente el origen de la señal de reloj más estable. Si se perdiera la conexión a este dispositivo, se seleccionará automáticamente un sustituto sin ninguna interrupción en el audio. La sincronía de todos los dispositivos de reproducción se consigue con una desviación de menos de 1 μ s.⁷

Para que todo esto funcione, todos los dispositivos deben configurarse para sincronizar la señal de reloj de la red. Las mesas de mezclas digitales son un buen ejemplo: como también incluyen un reloj interno, normalmente deben configurarse expresamente para sincronizar Dante.

La selección automática del origen de la señal de reloj

dentro de una red Dante se puede monitorizar y, si es necesario, anular en Dante Controller. En ese caso, se asigna el estado "Preferred Master" al dispositivo que se desee.

También se puede efectuar la sincronización con orígenes de señal fuera de la red Dante. Para aportar más claridad a la explicación, debe tenerse en cuenta que incluso el reloj interno de una mesa de mezclas, para seguir con el ejemplo anterior, se considera que es "externo" a Dante. En ese caso, deberá marcarse la opción "Sync to External" además de "Preferred Master" para el dispositivo que se desee. A continuación, dentro de la configuración de ese dispositivo puede seleccionarse el origen de la señal de reloj que se desee (p. ej., el reloj interno o un generador de señal de reloj externo).



La experiencia demuestra que una sincronización externa forzada, más que mejorar nada, suele dar problemas en la puesta en servicio de una red Dante. En consecuencia, recomendamos utilizar solamente un origen externo de señal de reloj si es técnicamente indispensable.

2.5 Redundancia

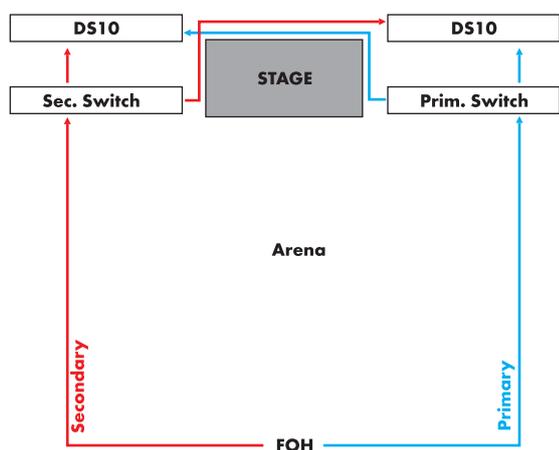
Dante admite los enlaces de red redundantes para aplicaciones que necesitan una mayor resistencia ante errores. Los dispositivos habilitados para Dante que se configuran en modo redundante se conectan a través de dos interfaces de red específicas (principal y secundaria) y dos redes separadas física o lógicamente. En modo redundante, un dispositivo habilitado para Dante transmite constantemente en las dos redes. Los receptores que trabajan en modo redundante analizan todo el tráfico entrante y simplemente descartan los paquetes duplicados. En caso de error en la red, la comunicación continúa en la otra red. No debe efectuarse ninguna conexión entre las redes principal y secundaria, p. ej., conectar un conmutador principal y uno secundario entre sí.

En el uso real, los problemas mecánicos o eléctricos con líneas o conectores de red son, con mucho, la causa más frecuente de error. Sabiendo esto, es prudente situar las dos líneas de red por separado tanto como sea físicamente posible, como se muestra en la ilustración, para evitar daños simultáneos en las dos líneas por influencias externas.

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/IGMP_snooping

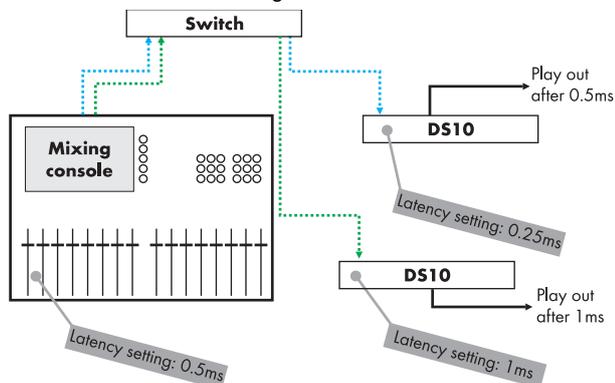
⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Precision_Time_Protocol

⁷ Para poner este dato en perspectiva, la duración de una única muestra a 96 kHz es de 10.42 μ s.



2.6 Latencia

La transmisión de datos por una red necesita una cantidad finita de tiempo que no es necesariamente constante. Este tiempo de proceso o latencia de red depende de la latencia del dispositivo de transmisión y, en gran medida, del número y el rendimiento de los conmutadores de red por los que tiene que pasar la señal en su itinerario del transmisor al receptor. Para garantizar un correcto funcionamiento, el dispositivo de recepción tiene que efectuar un almacenamiento intermedio (buffer) de los datos entrantes lo suficientemente prolongada para compensar la latencia de red máxima esperada y producida. Este tiempo se puede configurar en todos los dispositivos habilitados para Dante y el valor se seleccionará conforme a la topología de la red. Si los ajustes de la latencia del receptor y el transmisor para una ruta de audio determinada no son idénticos, en cada caso se utilizará el valor superior para esa ruta, como se muestra en la ilustración siguiente.



Este parámetro es de gran importancia para la reproducción simultánea desde diferentes dispositivos habilitados para Dante. Presuponiendo que haya un DS10 por lado accionando un gran sistema PA, los dos DS10 deben configurarse con el mismo valor de latencia. Además, en el caso de un evento en directo, ese valor debe ser tan bajo como sea posible.

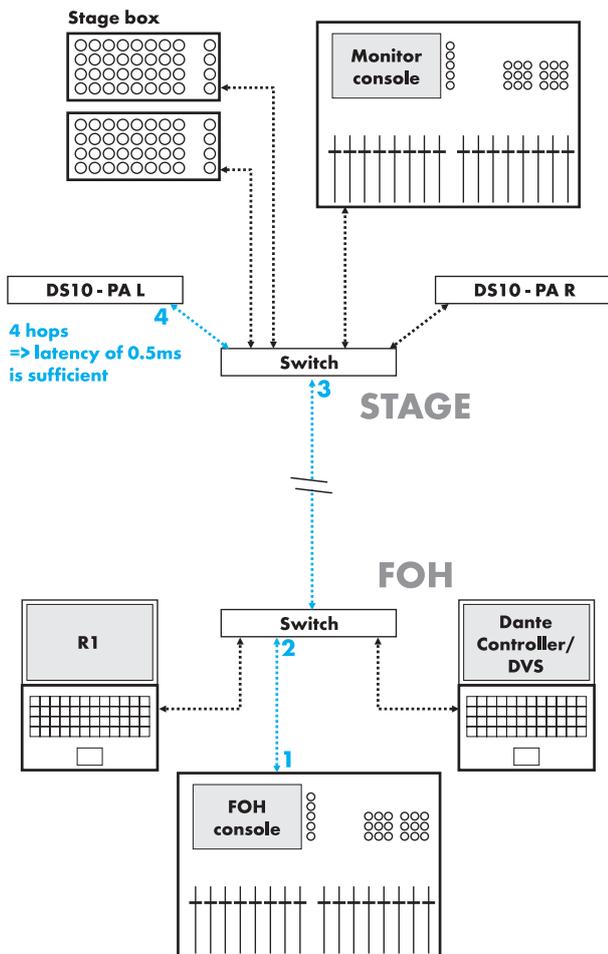
El número de conmutadores o "saltos" por los que ha de pasar la señal en su camino por la red se puede utilizar como directriz para determinar una configuración adecuada de la latencia. Cada salto de Gigabit representa 0,1 ms de latencia adicional. Es importante tener en cuenta que cada dispositivo de hardware habilitado para Dante normalmente también cuenta como salto adicional. En consecuencia, la

mejor topología de la red en lo que se refiere a la latencia será la que minimice el número de saltos de cada ruta concebible tanto como sea posible.

Número máx. de saltos a 1 Gbps	Configuración recomendada de la latencia
Hasta 3	0,25 ms
Hasta 5	0,5 ms
Hasta 10	1 ms
11 o más	5 ms
Multidifusión	Mín. 1 ms

El sistema de la ilustración siguiente muestra una aplicación típica basada en Dante que consta de un escenario con varias cajas habilitadas para Dante, una mesa de monitores independiente habilitada para Dante y otra mesa en el front of house (FOH), además de la posibilidad de grabar y reproducir audio a través de la tarjeta de sonido virtual Dante. Para simplificar la logística de los cables, cada lado del sistema PA se amplifica con un DS10. De este modo, el sistema proporciona suficientes salidas AES/EBU no solo para accionar el sistema PA, sino también un número considerable de canales para los monitores. Además, cada DS10 proporciona varios puertos de red adicionales para integrar los amplificadores del sistema mediante el software de Control remoto R1.

Tanto FOH como el escenario se atienden desde un conmutador de red específico, que crea una topología de estrella para cada uno y que reduce el número de saltos de red. Al mismo tiempo, en la red puede integrarse un número significativo de dispositivos adicionales sin necesidad de ajustes superiores de latencia ni renunciar a la fiabilidad de la red. Se puede llegar a todos los dispositivos desde cualquier punto de la red con un máximo de cuatro saltos, lo que supone que una configuración de la latencia de 0,5 ms es suficiente para todos los dispositivos.



3. Selección del hardware de red

Para materializar una topología de red como la que se ha descrito previamente que ofrezca las suficientes flexibilidad, fiabilidad y baja latencia, puede que sea necesario utilizar conmutadores de red adicionales. En caso de que el recuento de puertos sea suficiente, esa funcionalidad pueden proporcionarla fácilmente los DS10. Los conmutadores externos más grandes son relevantes cuando se necesitan más puertos, y se necesitan características especiales como IGMP Snooping o cuando distancias de más de 100 m entre conmutadores tienen que utilizar interconexiones basadas en fibra. En cada caso, debe llevarse a cabo una cuidadosa consideración y planificación, p. ej., de la topología más adecuada, como condición previa para contar con una opción correcta.

3.1 Criterios para la selección de conmutadores de red Dante

Los criterios adecuados para la selección de los conmutadores de red en sistemas de audio Dante se pueden deducir de los requisitos formales de Dante y del uso previsto en el sector del evento. Debe ponerse el mayor énfasis en establecer un rendimiento de red general alto y una transmisión de datos ininterrumpida.

3.1.1 Gigabit Ethernet

Para utilizar todo el potencial de Dante, se necesita la tecnología Gigabit Ethernet. Aunque los enlaces de Ethernet rápida (100 Mbit) son técnicamente posibles, reducen bastante el recuento de canales que se pueden conseguir e incrementan la latencia mínima posible y, por lo tanto, no se recomiendan.

3.1.2 Ancho de banda de conmutación interna

Los conmutadores en las redes Dante deben poder enrutar el tráfico bidireccional de ancho de banda completo de todos los puertos simultáneamente. Esta función se conoce como "sin bloqueo". En consecuencia, un conmutador Gigabit de 8 puertos debe tener una capacidad de conmutación interna de como mínimo 16 Gbps.

3.1.3 Funciones de gestión

Los conmutadores gestionados ofrecen una flexibilidad significativa en la configuración de las funciones del conmutador basadas en los requisitos de una aplicación específica y, por tanto, Audinate las recomienda. Al mismo tiempo, las opciones disponibles suelen ser bastante complejas y se necesitan conocimientos expertos sobre el conmutador específico. Además, la terminología y la implementación de las funciones no son coherentes de un fabricante a otro. En el uso práctico, la configuración excesiva o incorrecta de los conmutadores suele causar problemas en la red con mucha más frecuencia que un hardware inadecuado o que funciona mal. Por lo tanto, se recomienda reducir tanto como sea posible la necesidad de situaciones de configuración de red excesivamente complejas y configurar los conmutadores de manera que puedan utilizarse como "cajas negras" que no necesiten una reconfiguración frecuente.

3.1.4 Calidad de servicio (QoS)

La conexión de red mediante protocolo Internet (IP) no se inventó teniendo en cuenta la transmisión de datos críticos en tiempo real. Sin aplicar medidas adicionales, significa que pueden producirse interrupciones en las aplicaciones Dante en momentos de cargas de red altas o de conflictos con los tipos de tráfico de red. Para habilitar la transmisión determinista de datos, se implementan varios mecanismos de priorización o de Calidad de servicio¹ (QoS). En los sistemas Dante, el transmisor codifica los paquetes de salida con las etiquetas DiffServ/DSCP² conforme a su prioridad. Los conmutadores de red que se utilizan en las redes Dante deben poder interpretar esas etiquetas y priorizar el tráfico en como mínimo 4 "colas" (= 4 categorías de prioridad) con prioridad estricta. Esto significa que el conmutador siempre reenviará primero los paquetes con prioridad superior.

En algunos conmutadores gestionados, las etiquetas DSCP deben asignarse manualmente a los niveles de prioridad. En la tabla siguiente se indican las asignaciones adecuadas.

Prioridad	Tipo de datos	Etiqueta Diffserv/DSCP	Hexa decimal	Decimal
Alta	Datos PTP en los que el tiempo es un factor crítico (sincronización)	CS7	0x38	56
Media	Audio, PTP	EF	0x2E	46
Baja	Control	CS1	0x08	8
Ninguna	Otros datos	La mejor calidad		0

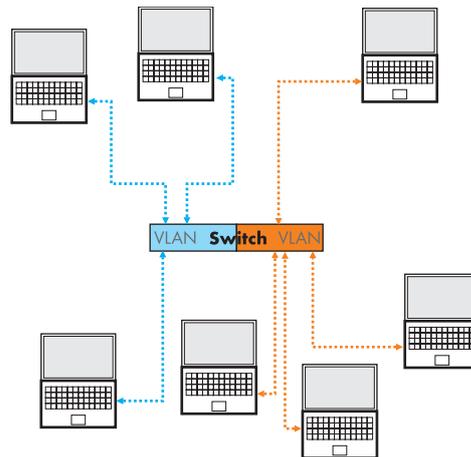
QoS solo puede funcionar correctamente si no se supera todo el ancho de banda disponible en el puerto del conmutador o el segmento de red respectivo. Se recomienda que QoS esté siempre activado.

3.1.5 Ethernet de eficiencia energética (EEE)

Esta extensión del estándar de Ethernet, también llamada "Green Ethernet" o "Ethernet verde o ecológico", permite reducir el consumo de energía en redes muy grandes porque regula o desactiva puertos de red concretos. No obstante, EEE no es compatible con los requisitos de rendimiento de Dante. Por lo tanto, solo se utilizarán conmutadores sin la funcionalidad EEE o conmutadores en los que esa función se puede desactivar.

3.1.6 Redes de área local virtuales (VLAN)

Muchos conmutadores gestionados permiten agrupar puertos individuales en redes separadas lógicamente o en redes VLAN³ (red de área local virtual). En ese caso, el conmutador actúa como varios dispositivos totalmente independientes, lo que supone que el tráfico de los puertos asignados a una VLAN no se reenvía a los puertos asignados a otra VLAN. Para la red, esa acción es totalmente transparente si el conmutador es del tipo sin bloqueo.

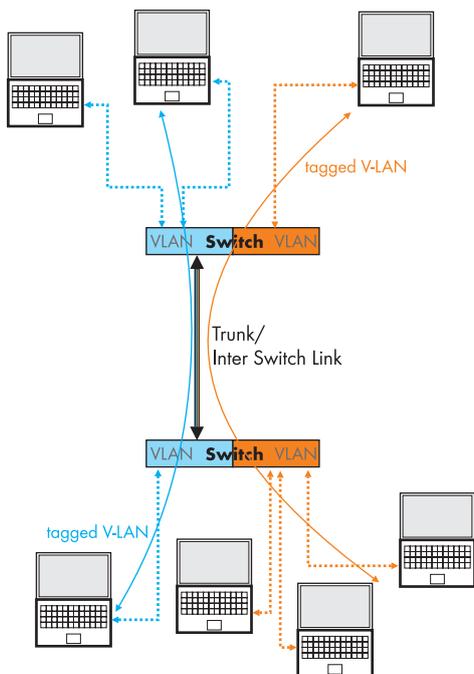


También pueden transportarse varias redes VLAN entre conmutadores sin necesidad de un enlace físico separado para cada VLAN. En ese caso, se utilizan VLAN denominadas "etiquetadas": el conmutador codifica todos los paquetes conforme a sus asociaciones de VLAN. A continuación, uno o más puertos del conmutador se configuran como puertos de "conexión troncal" o "enlace entre conmutadores (ISL)". Esos puertos combinan el tráfico de todas las redes VLAN. Los demás conmutadores deben configurarse de la misma manera, es decir, deben proporcionar como mínimo un puerto de conexión troncal o ISL para recibir el tráfico combinado y un número adecuado de redes VLAN etiquetadas de manera apropiada para que puedan asignar los diversos paquetes.

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service

² https://en.wikipedia.org/wiki/Differentiated_services

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_LAN



Como existen diferentes implementaciones respecto al etiquetado de VLAN y la ramificación en conexiones troncales, se recomienda utilizar un solo tipo de conmutador troncal en toda la red. Si se despliega una infraestructura mixta, deberá configurarse con cuidado y comprobarse con antelación.

Las redes VLAN se utilizan a menudo para crear redes Dante redundantes sin necesidad de contar con dos redes físicas. En ese caso, se proporcionan redes VLAN separadas para las conexiones Dante principal y secundaria y se ramifican entre los conmutadores. Es importante tener en cuenta que, en ese caso, solo las conexiones entre los conmutadores y los puntos finales serán auténticamente redundantes, ya que las dos redes comparten el mismo conmutador físico e interconectan entre conmutadores. Una anomalía de hardware en el conmutador o una línea troncal interrumpida afectará a las dos redes. Además, como las dos redes ahora comparten la misma conexión de red Gigabit, el ancho de banda disponible por red se reduce como mínimo a la mitad, un dato importante si se utiliza un recuento elevado de canales.

Otro uso típico de las redes VLAN es separar lógicamente el tráfico de Dante de terceros (como las redes de control remoto). Si QoS se ha configurado correctamente, estas acciones en gran parte serán innecesarias.

3.1.7 IGMP Snooping

Como ya se ha descrito, IGMP Snooping es esencial para manejar el tráfico de multidifusión. Se recomienda elegir conmutadores que implementen IGMP v3. Con los conmutadores modernos, esta función se puede dejar activa permanentemente, lo que hace que sea innecesario reconfigurar en caso de gestionar tráfico de multidifusión espontáneo.

3.1.8 Opción de fibra

Las aplicaciones típicas en el sector de eventos suelen necesitar cubrir distancias de 100 m o más entre conmutadores troncales. Como se supera la especificación de 100 m máximo de longitud de las conexiones de cobre, y todavía más si se utilizan paneles de conexiones pasivas entre los conmutadores, en esos casos se recomienda encarecidamente utilizar conexiones de fibra. En función de la opción seleccionada, la fibra permite utilizar distancias mucho más largas entre los dispositivos (hasta 500 m con fibra multimodo, hasta 10 km con fibra monomodo). Se recomienda invertir en equipo que se pueda actualizar fácilmente a puertos de fibra para que el sistema esté siempre preparado para futuras innovaciones.

3.1.9 Hardware compatible con la carretera

Para aplicaciones móviles en el sector de eventos, pueden ser útiles unos cuantos datos de las características constructivas:

- Bastidor metálico
- Preparado para montaje en rack
- Conectores EtherCon (conexión eléctrica mucho más estable y aproximadamente diez veces más ciclos de conexión en comparación con RJ45)
- Suministro eléctrico integrado con protección contra sobretensión o fuentes de alimentación dobles redundantes

3.1.10 RSTP (topologías de anillo y malla)

El protocolo de árbol extensible rápido o RSTP⁴ (Rapid Spanning Tree Protocol) permite crear topologías de anillo y malla para ofrecer mayor resistencia ante conexiones troncales interrumpidas. Para que todo esto funcione, el protocolo RSTP debe estar respaldado por todos los conmutadores que forman parte del bucle o la malla. Si una conexión de red falla, los conmutadores pueden redirigir automáticamente el tráfico a través de una conexión redundante. En función del modelo del conmutador, este procedimiento puede seguir causando una interrupción de varios segundos. Además, en función de la marca y el modelo del conmutador, la configuración del protocolo RSTP puede ser compleja y debe conocerse bien.

3.2 Conmutadores recomendados para sistemas Dante

Las recomendaciones siguientes se limitan solamente a unos cuantos dispositivos y no son exhaustivas. Los modelos recomendados se han seleccionado a partir de características relevantes para la aplicación, la facilidad de uso y la presencia en el mercado. Todas las series de dispositivos o bien incorporan un conector de fibra montado en bastidor y apto para aplicaciones móviles o bien se pueden actualizar en consecuencia mediante un panel de conexiones adicional.

3.2.1 Serie GigaCore de Luminex

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Spanning_Tree_Protocol#Rapid_Spanning_Tree_Protocol

Estos conmutadores se han desarrollado específicamente para el sector de eventos y están perfectamente configurados para sistemas Dante con antelación o al restablecer los ajustes de fábrica. Además, admiten topologías arbitrarias de malla o anillo sin necesidad de configuración adicional y presentan un tiempo muy breve de redirecciónamiento cuando se intercambian conexiones (ninguna o casi ninguna alteración audible mientras se abre o se cierra un anillo de red).

3.2.2 Serie Yamaha SWP1

Estos conmutadores también se han diseñado específicamente para sistemas Dante y son muy fáciles de configurar. Se pueden recuperar varios ajustes previos ("presets") mediante sencillos interruptores DIP situados en el panel frontal sin necesidad de configurar el software.

Las dos series de productos mencionadas previamente no solo destacan por sus características técnicas, sino también por sus preconfiguraciones específicas y su fácil adaptabilidad a diferentes situaciones de aplicación.

3.2.3 Serie Cisco SG300

Esta gama de conmutadores ofrece un conjunto muy completo de prestaciones y un rendimiento excelente, y su uso está bastante generalizado en el sector de eventos. No obstante, estos dispositivos no se han diseñado principalmente para este tipo de aplicación y sus configuraciones para sistemas Dante son complejas. Debido a la gran cantidad de parámetros configurables, se necesitan conocimientos expertos o una guía de configuración muy detallada para obtener una configuración personalizada. Como los conmutadores mal configurados suelen ser la causa de los problemas de conexión de red, está disponible para su descarga un archivo de configuración básica para el modelo SG300-20 en el sitio web de d&b que implementará una configuración estable en sistemas Dante. Encontrará el fichero en la página de nuestro producto Puente de red de audio DS10. Para obtener información sobre configuraciones especializadas, consulte los manuales correspondientes.

QoS	Activado, asignación DSCP/DiffServ según especificaciones de Audinate
IGMP Snooping	Activado
EEE	Desactivado

Configuración para Dante de la serie Cisco SG300

4. Solución de problemas

En Dante Controller, no se muestran uno o varios dispositivos.

Causas posibles:

- Cable de red defectuoso: el cable está enchufado, pero los indicadores LED de estado/actividad del conector respectivo no se encienden.
- El cable de red no se ha enchufado en el dispositivo correspondiente (o en el PC de control) o se ha enchufado un cable incorrecto.
- Ha seleccionado la interfaz de red incorrecta en Dante Controller. Compruebe su selección mediante el cuadro de diálogo adecuado.



- Un software de firewall o antivirus que está activo en su PC bloquea el tráfico relacionado con Dante. Desactive el software o abra los puertos que utiliza Dante Controller y el servicio de monitorización: UDP 8700, 9705, 8800.

No se puede enrutar la señal en Dante Controller.

Causas posibles:

- Como mínimo uno de los dispositivos afectados utiliza una configuración de red que no es compatible con su instancia de Dante Controller o con los demás dispositivos. Todos los dispositivos Dante y Dante Controller deben tener una configuración de red compatible para que el enrutamiento funcione. Si no es el caso, el dispositivo correspondiente se seguirá mostrando en Dante Controller, pero ninguna ruta de audio será posible. Compruebe y ajuste la configuración de red de los dispositivos afectados en la opción Device View (Vista de dispositivos) de Dante Controller según sea necesario. También puede tratarse de la configuración de red del PC de control, que no coincide y deberá cambiarse.
- Los dispositivos afectados están configurados para frecuencias de muestreo diferentes. Aunque puedan coexistir en la misma red, solo se puede establecer una ruta de audio entre dispositivos con frecuencias de muestreo coincidentes.

Compruebe las frecuencias de muestreo de todos los dispositivos en la opción Device View de Dante Controller y ajústelas para que coincidan.

No hay salida de audio o se interrumpe o distorsiona.

Causas posibles:

- El delay de la velocidad real de esta ruta de audio es parcial o continuamente superior a los ajustes de latencia en el transmisor y el receptor. Por ese motivo, el receptor no reproduce audio o silencia de manera intermitente su salida.
Compruebe el histograma de la latencia del receptor en la pestaña Device View correspondiente. Las entradas rojas indican paquetes caídos o interrupciones de audio. En esos casos, la latencia del receptor se ha establecido en un valor demasiado bajo. Además, una distribución amplia de valores en el histograma normalmente también indica problemas de red debido a una configuración incorrecta.
- Debido a la configuración incorrecta de la red, los datos de sincronización no pueden transmitirse de un modo fiable. De este modo, el receptor deja caer paquetes individuales y/o silencia su salida. Esta condición se indicará en la pestaña Clock Status (Estado de la señal de reloj) en Dante Controller.
- El receptor se ha configurado internamente para que utilice un origen externo de señal de reloj (este sería el caso cuando se establece un origen de la señal de reloj en una mesa de mezclas habilitada para Dante y se elige "Internal" en lugar de "Dante"), sin que en Dante Controller se haya configurado para que sea el origen de la señal de reloj de toda la red. En consecuencia, el receptor no se sincroniza con el resto de la red y no se reproducirá audio. Normalmente, también se indicará en la pestaña Clock Status (Estado de la señal de reloj) en Dante Controller.
- Utiliza conmutadores en los que está activada la función EEE (Ethernet de eficiencia energética) conforme a IEEE802.3az. Esta función también puede llamarse "Green Ethernet" o "Ethernet verde o ecológico". Desactive la función o utilice un conmutador sin EEE.
- La red se satura porque no todos los conmutadores son del tipo "sin bloqueo".

Dante Controller muestra varios dispositivos como señales principales de reloj para las redes principal y/o secundaria.

Causas posibles:

- Cada red Dante solo puede tener una señal de reloj principal al mismo tiempo. Debido a un firewall mal configurado, a un filtro de puertos, cableado de red averiado o ajustes erróneos de la red VLAN, accidentalmente la red se ha dividido en varios segmentos que no pueden comunicarse correctamente entre sí. Compruebe las configuraciones de su conmutador y su red.

Dante Controller muestra diferentes dispositivos como señales principales de reloj para las redes principal y secundaria.

Causa posible:

- El dispositivo que sirve como señal de reloj principal en la red primaria no está conectado a la red secundaria. En ese caso, otro dispositivo Dante que está conectado a las dos redes transmite los datos de la señal de reloj desde la red principal a la secundaria y, por lo tanto, se muestra como la señal de reloj principal en esa red. Si el dispositivo que actúa como señal de reloj principal está conectado a las dos redes, también debe indicarse como tal en las dos redes. Si no es el caso, se indicarán problemas de red.

Algunos parámetros de un dispositivo están no disponibles y atenuados en Dante Controller, y no se pueden modificar.

Causas posibles:

- Las características respectivas no están disponibles en ese dispositivo.
- El control de las características respectivas a través de Dante Controller no es posible con el dispositivo. Consulte el manual del usuario correspondiente para obtener más información.
- La configuración de red del dispositivo no se realizó correctamente. Compruebe y ajuste la configuración de red de los dispositivos afectados en la opción Device View (Vista de dispositivos) de Dante Controller según sea necesario. También puede tratarse de la configuración de red del PC de control, que no coincide y deberá cambiarse.

5. Prácticas recomendadas

5.1 Puesta en servicio de redes Dante

Cuando se planifican redes muy grandes, primero debe esbozarse un plan para la topología.

Si primero se planifica la red, permitirá hacerse una idea mucho mejor de cuántos puertos de conmutador se necesitan y dónde, además de cómo deberán ser los tendidos de cable.

Utilice los mecanismos de configuración automática de Dante; configure manualmente solo cuando sea absolutamente necesario.

La configuración de la red y la sincronización funcionan automáticamente y de un modo fiable en las redes Dante. La configuración manual de estos ajustes normalmente no es necesaria para obtener un funcionamiento correcto.

Antes de utilizar redes redundantes, compruebe los ajustes de las dos individualmente.

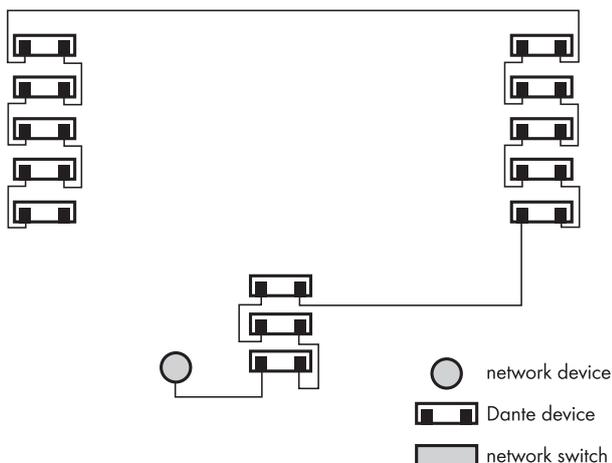
Conecte solamente las interfaces principales primero y compruebe la red. Repita el procedimiento solamente con las conexiones secundarias. Conecte las dos redes si han estado funcionando individualmente.

Las pestañas "Clock Status" y "Network Status" de Dante Controller le ofrecerán información más detallada sobre el estado de las conexiones de red y la distribución/estabilidad de la señal de reloj de la red.

5.2 Topologías

En las redes IP pueden establecerse diferentes topologías. En esta sección se describen varias versiones básicas relacionadas con su uso en redes Dante.

5.2.1 Conexión en cadena ("daisy-chain")



Pros:

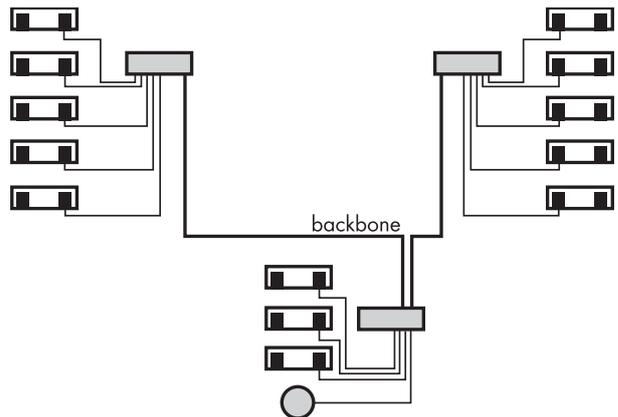
- Fácil de configurar.
- Tendidos físicos de cable más cortos.
- Fácil de ampliar.
- Los conmutadores de red externa no son un requisito

imprescindible.

Contras:

- Elevado recuento de saltos = elevada latencia del rendimiento.
- Solo funciona con redes no redundantes.
- Riesgo elevado de fallos (un solo cable averiado o un dispositivo sin suministro eléctrico pone en peligro toda la red).
- Carga de red innecesariamente alta.

5.2.2 Topología en estrella



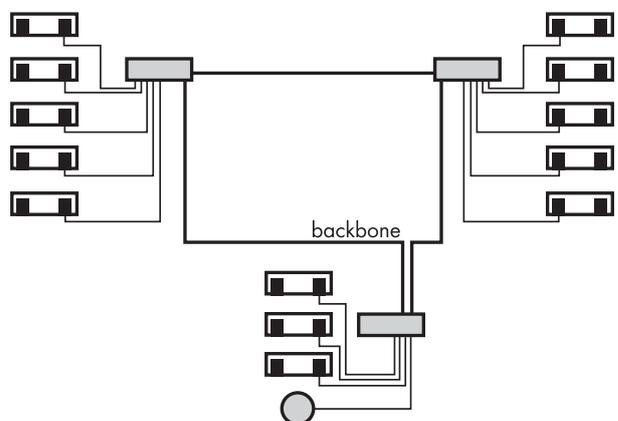
Pros:

- Recuento de saltos determinista (latencia de red minimizada).
- Pueden implantarse fácilmente redes redundantes dobles simplemente duplicando la infraestructura.
- Fácil de ampliar (si se dispone de suficiente puertos de conmutador).
- Buena resistencia contra fallos.

Contras:

- Tendidos de cable potencialmente más largos (variarán en función de la colocación física de los dispositivos).
- Requiere una planificación anticipada.

5.2.3 Topología de anillo/malla



Pros:

- Mayor resistencia ante averías de cables.
- Pueden implantarse fácilmente redes redundantes

dobles simplemente duplicando la infraestructura.

- Fácil de ampliar (si se dispone de suficiente puertos de conmutador).

Contras:

- Requiere la configuración correcta de RSTP en todos los conmutadores troncales.
- En función de la marca y el modelo de los conmutadores troncales, una interrupción de una conexión troncal puede seguir generando una interrupción perceptible de la red mientras se redirige el tráfico.

