

Introduzione alle reti audio

Il soggetto di questo white paper sono le "reti audio".

Negli ultimi dieci anni le reti audio hanno rivoluzionato il modo di progettare, realizzare e utilizzare i sistemi audio nel settore dell'audio professionale. Rispetto alla generazione precedente dei sistemi distribuiti punto-punto, le nuove e potenti tecnologie di rete sono divenute lo standard di mercato e nuove questioni pratiche e strategiche hanno assunto importanza quando si investe in un sistema di reti audio.

In questo white paper vengono descritti in maniera comprensibile i concetti che stanno alla base delle reti audio. Diamo per scontata da parte del lettore una conoscenza avanzata dei sistemi audio analogici, una conoscenza base dei sistemi audio digitali mentre non è necessaria alcuna conoscenza delle reti informatiche. Questo white paper è solo un'introduzione. Per maggiori informazioni si faccia riferimento ai numerosi documenti messi a disposizione su Internet dai produttori mondiali di dispositivi IT.

Il team Yamaha Commercial Audio.

Introduzione alle reti audio

1. Cos'è una rete audio?
2. Tre cose da sapere sulle reti audio
3. Tre cose da prendere in considerazione
4. Cos'è una rete Ethernet?
5. Topologie di rete
6. Concetti di ridondanza
7. Cablaggio
8. Ulteriori informazioni su Dante™
9. Ulteriori informazioni su EtherSound™
10. Ulteriori informazioni su CobraNet™
11. Altri protocolli di rete
12. Ingegneria di sistema
13. Investire in un sistema di rete audio
14. Glossario delle reti audio

1. Cos'è una rete audio?

Con l'introduzione delle tecnologie digitali la quantità di informazioni contenute in un cavo è passata da qualche migliaia di bit al secondo negli anni Sessanta a qualche milione di bit nel 2014. I collegamenti utilizzati negli odierni sistemi informatici sono in grado di trasportare uno o più gigabit di informazioni in un unico cavo di fibra coprendo distanze di svariati chilometri. La larghezza della banda è sufficiente a trasportare centinaia di canali audio di alta qualità che vanno a sostituire i quintali di cavi dei normali sistemi analogici. E inoltre i collegamenti funzionali di un sistema di rete audio possono essere progettati in modo da essere totalmente separati dai collegamenti fisici. Questa funzionalità apre nuove ed esaltanti possibilità per l'industria audio: in qualsiasi punto della rete si possono collegare innumerevoli location input/output senza bisogno di cavi ingombranti e gestendo il tutto con un software di facile utilizzo. I sistemi di rete audio sono digitali, quindi i collegamenti rimangono in ambito digitale, il che evita le interferenze elettromagnetiche e i limiti della capacità dei cavi che compromettono la qualità dell'audio analogico. Nella rete possono essere inseriti segnali di controllo senza dover installare altri cavi. I computer possono utilizzare la rete per controllare e monitorare dispositivi audio come mixer digitali e motori DSP. Si possono aggiungere collegamenti video utilizzando telecamere IP economiche e così via.

Distribuzione audio digitale

Molti sistemi sul mercato distribuiscono audio tra una stage box e il mixer o motore DSP mediante un solo cavo utilizzando cablaggi in rame o fibra con supporto per collegamenti "P2P" (Point To Point, punto-punto) come AES10 (MADI, 64 canali) e AES50 (SuperMac, 48 canali). Tuttavia, oggi la maggior parte dei sistemi richiede che più di due location siano connesse, e conseguentemente più cavi se sono state realizzate con connessioni P2P. L'introduzione delle reti audio consente di effettuare svariati collegamenti a diverse location abbattendo i costi e facilitando il cablaggio, compresa la ridondanza e la capacità di supportare collegamenti non audio come il controllo dei dati e il video.

Dante™

Dante™ è un protocollo di rete audio sviluppato da Audinate® che utilizza una rete gigabit Ethernet e fornisce diverse centinaia di collegamenti audio per ciascun cavo di rete. Per ridurre al minimo la latenza e ottenere una sincronizzazione precisa, ci si affida ai servizi Ethernet standard quali QoS (Quality of Service) e PTP (Precision Time Protocol). Dante™ utilizza una topologia a stella, con molti prodotti che supportano anche la tecnologia daisy chain.

EtherSound™ e CobraNet™

I protocolli di rete audio legacy EtherSound™ e CobraNet™ sviluppati da Digigram e Peak Audio sono in grado di trasportare 64 canali audio in modalità bidirezionale mediante un cavo Ethernet con latenza molto bassa. I sistemi EtherSound™ possono essere progettati con daisy chain oppure topologia ad anello, offrendo l'instradamento dei canali audio in stile bus sia in downstream, sia in upstream. I sistemi CobraNet™ utilizzano una topologia a stella con indirizzamento libero dei bundle dei canali audio da qualsiasi punto a qualsiasi destinazione.

Sistemi aperti e chiusi

Dante™, EtherSound™ e CobraNet™ sono sistemi aperti che utilizzano l'architettura di rete Ethernet standard. Ciò implica la possibilità di utilizzare apparecchiature informatiche normalmente disponibili in commercio per realizzare una rete e sfruttare a pieno gli sviluppi dell'industria informatica in termini di funzionalità, affidabilità e disponibilità e, ovviamente, di tenere sotto controllo i costi. Tutti questi tre protocolli sono concessi in licenza a molti dei produttori leader mondiali di apparecchiature audio professionali; è quindi possibile combinare in un sistema prodotti di produttori diversi senza problemi. Esistono diversi sistemi di reti audio chiusi sul mercato, supportati solo dai prodotti del produttore della rete. Esempi sono Nexus, Rocknet e Optocore.

Yamaha?

Yamaha opta per un approccio aperto e completo che porta a scegliere la piattaforma di rete più appropriata ai requisiti di sistema. La gamma di prodotti Yamaha comprende sia prodotti compatibili con Dante™, che CobraNet™, che con EtherSound™. Inoltre, grazie alle schede di rete anche i protocolli di rete chiusi e la connettività punto-punto sono supportati.

Esempio di sistema di rete audio



Stagerack con 16 ingressi e 8 uscite



Cavo CAT5E



Mixer di rete



Cavo CAT5E



Stagerack con 32 ingressi e 24 uscite



Cavo CAT5E



Mixer di rete

2. Tre cose da sapere sulle reti audio

Uno: peso e flessibilità dei cavi

Nei normali sistemi audio analogici per i collegamenti viene usato un cavo di rame. Aumentando il numero dei canali e la lunghezza dei cavi, il peso dei cavi arriva a superare i 100 chilogrammi. Con la crescente popolarità dei mixer digitali nell'industria pro-audio, i cavi digitali tipo AES/EBU vengono spesso utilizzati al posto di quelli analogici in modo da ridurre il peso e aumentare la qualità audio in quanto tali cavi (se progettati correttamente) non risentono di problemi come l'interferenza elettromagnetica e la capacità ridotta. I formati audio punto-punto come AES10 (MADI) e AES50 (SuperMac) e i protocolli di rete come Dante™, CobraNet™, EtherSound™, Rocknet™ e OPTOCORE® ultimamente sono molto utilizzati nelle applicazioni in studio e live dove al posto del cablaggio di rame vengono usati cavi STP (Shielded Twisted Pair) o in fibra che sono molto più leggeri. Il peso dei cavi STP o di quelli in fibra è decisamente minore rispetto al quello dei cavi analogici e digitali di rame. Inoltre con la fibra si risolve il problema della messa a terra. Un cavo analogico multicore, o un bundle di cavi singoli, è ingombrante e poco flessibile. Per le applicazioni touring questo comporta grosse attrezzature per la posa dei cavi, personale specializzato e limitate possibilità di layout. Per le installazioni, il cablaggio ingombrante richiede l'installazione di larghe canalette nell'edificio, il che è un problema, specie nei siti di valore storico. In confronto, i cavi STP e quelli in fibra sono sottili e flessibili. Un cavo in fibra lungo 150 metri pesa pochi chili e può essere trasportato sino al ristorante "58 tour Eiffel" della Torre Eiffel da una sola persona. L'installazione è facile. In un sistema audio i cavi di rete hanno bisogno di pochissimo spazio e possono essere inseriti in un condotto già esistente.

Due: separazione fisica e funzionale

Nei protocolli di rete audio come Dante™, i collegamenti funzionali sono separati dal cablaggio fisico. Ciò significa che una volta posato il cablaggio di rete con una larghezza di banda sufficiente, può essere effettuato qualsiasi altro collegamento senza dover cambiare i cavi. Per le applicazioni touring questo significa poter utilizzare schemi di collegamento molto semplici: basta collegare in qualunque punto del sistema i dispositivi input/output e premere il pulsante di accensione. Nelle installazioni gli inevitabili cambiamenti di sistema dovuti a nuovi progetti consistono in rapide modifiche delle impostazioni della rete con grande risparmio sul cablaggio. Indipendentemente dal design dei cavi STP e in fibra i segnali possono raggiungere anche le location più remote. Non è più importante sapere dove sono collegati gli input e output al sistema audio, qualsiasi connettore STP o in fibra va bene. In un'applicazione touring live ciò permette di distribuire piccoli gruppi di input e output su tutto il palco invece che ammassarli in scatole di collegamento centralizzato. Nelle installazioni ciò significa poter utilizzare più location input/ output superando i limiti del cablaggio fisico.

Tre: controllo!

Utilizzando la tecnologia IT delle reti per distribuire l'audio si godono anche i vantaggi dell'...IT. I segnali di controllo possono essere inseriti nello stesso cavo STP o in fibra senza dover aggiungere altri cavi GPI, RS232, RS422 o RS485. Per esempio, nei collegamenti video IP, nel controllo software con Ethernet, nel controllo di una macchina utilizzando porte seriali RS422, perfino l'accesso a Internet. Si possono utilizzare i punti d'accesso wireless per controllare con i tablet i componenti del sistema.

Sistema di distribuzione analogico live



Snake analogici



Pannello posteriore mixer analogico (PM5000)

Sistema di distribuzione di rete live



Rack I/O di rete



Cavo CAT5E



Pannello posteriore mixer di rete (CL1)

3. Tre cose da prendere in considerazione

Uno: latenza

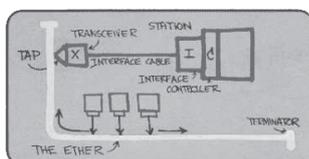
Le reti Ethernet sono costituite da cavi e switch. Per poter trasmettere le informazioni su una rete, gli switch devono ricevere le informazioni, studiare l'instradamento dei bit e poi inviare le informazioni al cavo più adatto in modo da raggiungere la destinazione. Questo processo richiede diversi microsecondi. Le reti diventano sempre più grandi quindi aumenta il numero di switch da cui devono passare i segnali e i ritardi degli switch si accumulano. Nei sistemi audio live di media grandezza la rete, la conversione AD/DA e il DSP sono responsabili di circa 1/3 della latenza totale del sistema. Per ottenere un suono migliore è importante prendere in considerazione e gestire la latenza totale del sistema. Nelle applicazioni "in-ear monitor" la latenza deve essere minima in quanto sono le più esigenti. Una latenza compresa tra 5 e 10 millisecondi si inizia a notare, oltre i 10 millisecondi, la latenza diventa troppo evidente. Per i sistemi PA FOH e a monitor amplificato il problema non è rilevante. L'aumento di un millisecondo nella latenza corrisponde a un allontanamento dell'altoparlante di soli 30 centimetri. Le prestazioni di latenza dei protocolli di rete audio su reti gigabit, come Dante™, posso stare ben al di sotto del millisecondo; non costituiscono quindi un problema per i sistemi in-ear monitor.

Due: ridondanza

In un sistema analogico i segnali audio viaggiano su cavi singoli, quindi se un cavo si rompe viene compromesso solo un collegamento. In molti casi vengono previsti dei collegamenti di riserva in cavi multicore in modo da garantire la funzionalità del sistema e una veloce soluzione nel caso capiti qualcosa. Tuttavia in una rete la rottura di un cavo può compromettere tutto il sistema e mettere seriamente in difficoltà i tecnici che devono ripararlo. È per questo che i sistemi di rete devono essere progettati con meccanismi di ridondanza: il sistema deve essere dotato di collegamenti ridondanti che entrano automaticamente in funzione se avviene qualche problema. Negli scorsi anni l'industria IT ha sviluppato delle eccellenti caratteristiche di ridondanza in quanto ha cercato di soddisfare le esigenze di banche, centrali nucleari e agenzie spaziali. Su collegamenti che coprono lunghe distanze si possono sistemare due cavi così se dovesse succedere qualcosa a uno rimarrebbe comunque l'altro. In particolare nelle applicazioni touring è consigliabile utilizzare hardware ridondante in quanto i dispositivi IT sono progettati per essere utilizzati in ambienti climatizzati e sono più vulnerabili se utilizzati in condizioni difficili. Per applicazioni sensibili, sono disponibili switch appositi per touring e ambienti difficili.

Tre: complessità

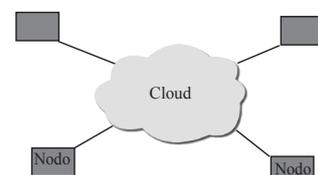
In un sistema analogico a ogni collegamento funzionale corrisponde un collegamento fisico visibile, di solito un cavo XLR. Guardando un sistema o seguendo il groviglio di cavi che esce da una console di missaggio si possono capire i vari collegamenti. In una rete ciò non succede perché i collegamenti funzionali sono separati dai collegamenti fisici. Guardando un sistema di rete si vedono solo dispositivi collegati ad altri dispositivi con cavi STP o in fibra. Un cavo può trasportare due, trecento o sessantotto segnali audio: non c'è modo di capirlo. Mentre i sistemi analogici possono essere assemblati anche da persone inesperte, i sistemi di rete audio necessitano di personale specializzato che conosca le ultime novità in fatto di tecnologie di rete. Ciò cambia drasticamente il ruolo che gli integratori di sistema, i proprietari e gli utenti giocano nei processi di acquisto, progettazione, costruzione, mantenimento e uso dei sistemi audio, un nuovo ruolo al quale tutti si devono abituare.



Il primo schema della rete Ethernet di Robert Metcalfe



Switch



Architettura di rete

4. Cos'è una rete Ethernet?

Ethernet

Negli anni Settanta il Palo Alto Research Center in California, Stati Uniti (www.parc.com), sviluppò alcune tecnologie informatiche come il mouse, la stampante al laser e le reti informatiche. Dalle prime versioni di reti come Aloha-Net e ARPA-Net nacque Internet. Robert Metcalfe, che lavorava al PARC e che poi fondò una propria società, la 3COM, sviluppò uno standard di rete aziendale chiamato Ethernet. Sono passati più di 30 anni e tutto il mondo sta ancora usando il suo standard per costruire sistemi informatici e tutti i personal computer sono dotati di una porta Ethernet. Il protocollo Ethernet è stato definito standard 802.3 dall'organizzazione degli standard, la IEEE.

Elementi fondamentali

Gli elementi fondamentali delle reti Ethernet sono le schede di interfaccia di rete (NIC, incorporate in dispositivi come computer, mixer digitali), i cavi per collegarle alla rete e gli switch. Tali dispositivi raggruppano tutti i cavi in una rete e si occupano del corretto instradamento delle informazioni sulla rete. La velocità di funzionamento di questi elementi fondamentali, che determina la quantità di informazioni che una rete può gestire, è passata dai 10 Megabit per secondo nel 1972 a più di un Gigabit per secondo nel 2014.

Indirizzamento

Ethernet divide i flussi di informazioni in piccoli pacchetti che poi invia sulla rete all'indirizzo di un destinatario specificato dal mittente. Tutte le schede di interfaccia di rete (NIC) hanno un indirizzo e gli switch, nella loro memoria, tengono traccia degli indirizzi collegati alla rete così sanno dove inviare i pacchetti. Tutte le NIC hanno un unico indirizzo MAC (Media Access Control) programmato dal produttore. Nel mondo esistono 280 trilioni di diversi indirizzi MAC e una sola società che li assegna ai produttori, l'organizzazione degli standard, la IEEE. In questo modo tutti gli indirizzi MAC delle NIC sono unici: non ci sono doppi e il sistema funziona sempre. Oltre agli indirizzi MAC, viene utilizzato un altro indirizzo definibile dall'utente per facilitare la gestione delle reti locali. Quest'altro indirizzo si chiama indirizzo Internet Protocol o indirizzo "IP". L'indirizzo IP è di solito lungo 4 byte ("IPv4") ed è diviso in un numero della rete e in un indirizzo dell'host. Questa divisione è determinata da una chiave, anch'essa lunga 4 byte, chiamata "maschera di sottorete". Tutti i bit dell'indirizzo IP che hanno un 1 nella maschera di sottorete appartengono al numero della rete, tutti i bit con uno zero appartengono all'indirizzo dell'host. Solo le NIC che hanno lo stesso numero della rete possono scambiarsi informazioni. Nelle piccole reti aziendali solitamente il numero di rete è lungo 3 byte e quello dell'host un byte. Il valore di un byte (8 bit) può andare da 0 a 255. Nelle impostazioni di rete dei personal computer, il software compila i valori IP e sottorete come quattro numeri decimali (0-255) corrispondenti ai quattro byte nell'indirizzo e nella maschera di sottorete. Nelle piccole reti aziendali la maschera di sottorete ha spesso il valore di default 255.255.255.0 che offre all'amministratore della rete 255 indirizzi host da utilizzare: basta cambiare l'ultimo byte e assegnarlo ai vari dispositivi della rete. I primi tre byte non cambiano e rappresentano il numero della rete. In reti più grandi la maschera di sottorete può essere cambiata per ottenere più indirizzi host. Di solito per far funzionare la rete gli utenti devono programmare manualmente l'indirizzo IP della NIC, ma in molti casi si può programmare un dispositivo centrale (switch, router o computer) in modo che lo faccia automaticamente quando viene collegata una NIC utilizzando il Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Nel 2008 è stato implementato un indirizzo IP a 16 byte ("IPv6") poiché il numero di dispositivi attivi su Internet aveva superato il limite di indirizzi possibile con i 4 byte. Nelle reti industriali comunque, comprese le reti audio, si usa ancora la versione a 4 byte.

VLAN

Lo standard Ethernet 802.1q permette di creare all'interno di una rete ad alta velocità delle VLAN (Virtual Local Area Network). In tal modo sullo stesso hardware possono coesistere diverse reti logiche a supporto del flusso di lavoro del sistema, per esempio per creare diverse reti logiche per audio, video e dati di controllo. La maggior parte dei managed switch supportano lo standard VLAN.

Reti audio

Tutti i dispositivi di rete audio compatibili con Ethernet, come Dante™, CobraNet™ ed EtherSound™, sono dotati di una NIC incorporata in modo che possano inviare e ricevere informazioni su una rete Ethernet. I protocolli audio utilizzano l'indirizzo MAC per inviare e ricevere dati. I protocolli audio utilizzano l'indirizzo MAC per inviare e ricevere dati.

5. Topologie di rete

P2P

Una topologia Point to Point (P2P) non è propriamente una rete anche se per creare tale sistema si può utilizzare una rete. Un sistema P2P è formato solo da due location con un collegamento multicanale fisso. Esempi di formato audio digitale per sistemi P2P sono AES3 (AES/EBU, 2 canali), AES10 (MADI., 64 canali) e AES50 (Super-Mac, 48 canali). Per aggiungere altre location al sistema si può utilizzare un dispositivo di distribuzione come uno splitter o un matrix router.

Daisy chain

La topologia a daisy chain è semplice e serve per collegare i dispositivi in modo seriale. Il protocollo EtherSound™ permette di effettuare collegamenti con una topologia a daisy chain in cui i dispositivi leggono e scrivono i canali audio con un flusso di dati bidirezionale a una larghezza di banda fissa di 64 canali in entrambe le direzioni. Un vantaggio di questa topologia è che l'instradamento delle informazioni della rete è relativamente semplice e quindi veloce. Un dispositivo EtherSound™ in una daisy chain aggiunge solo 1,4 microsecondi di latenza alla rete. Uno svantaggio della topologia a daisy chain è il comportamento del sistema nel caso di un guasto di un dispositivo: se un dispositivo si guasta il sistema viene tagliato in due parti che non hanno collegamento l'una con l'altra. La topologia EtherSound™ a daisy chain può essere trasformata in una topologia a stella usando degli switch, ma in tal caso i dati audio possono fluire tra gli switch del sistema in una sola direzione. Alcuni dispositivi Dante™ dispongono di un piccolo switch incorporato che gli consente di supportare anche una topologia daisy chain.

Anello

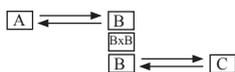
La topologia ad anello è un collegamento daisy chain dove l'ultimo dispositivo è collegato al primo formando un anello. Visto che tutti i dispositivi collegati all'anello possono raggiungere gli altri in due direzioni, la ridondanza è garantita: in caso di guasto viene disattivato solo il dispositivo non funzionante. Per aumentare la ridondanza si può utilizzare un doppio anello. La OPTOCORE® offre un particolare sistema che usa una topologia ad anello con una larghezza di banda che arriva a 500 canali audio, collegamenti video e seriali. Rocknet offre una topologia ad anello ridondante proprietaria con una capacità di 80 oppure 160 canali. Lo standard EtherSound™ ES-100 supporta una topologia ad anello ridondante che offre 64 canali audio.

Stella

La topologia a stella è quella che sfrutta al massimo la larghezza della banda della rete. La maggior parte delle reti hanno questa topologia. Il centro della stella, dove vi è il maggior traffico di informazioni, può essere progettato in modo da avere più potenza e ridondanza mentre le punte possono operare con minore potenza. Variazioni della topologia a stella sono la topologia "ad albero" e "a stella di stelle". La topologia a stella può inoltre essere ingrandita facilmente collegando nuove location in qualsiasi punto della rete. Uno svantaggio è l'importanza del ruolo della location centrale in quanto vi passano tutte le informazioni provenienti o dirette ai dispositivi collegati, quindi se si guasta l'intera rete ne risente. Una rete che utilizza una topologia a stella può essere resa ridondante utilizzando il protocollo Ethernet Spanning Tree. Dante™ e CobraNet™ utilizzano una topologia a stella con un'ottima ridondanza in quanto offre collegamenti doppi.

Scegliere una topologia

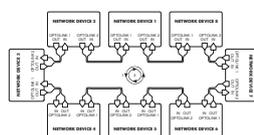
Per le varie applicazioni può essere adatta una di queste topologie o una loro combinazione. Tra i parametri che determinano tale decisione vi sono il numero delle location, il numero dei canali, la latenza, il costo del sistema, l'affidabilità, la possibilità di espansione, la scelta di un sistema aperto o chiuso, la scelta della tecnologia Ethernet standard o di sistemi proprietari, ecc. Per scegliere la topologia è necessaria una certa conoscenza delle tecnologie di rete, ecco perché spesso ci si rivolge a consulenti esterni o a integratori di sistemi con esperienza nei sistemi di reti audio.



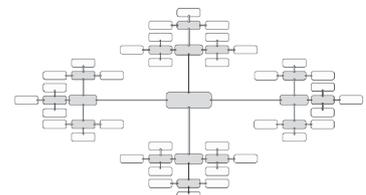
Topologia P2P (MADI)



Topologia daisy chain (EtherSound™)



Topologia ad anello (OPTOCORE®)



Topologia a stella (CobraNet™)

6. Concetti di ridondanza

Trunking / Aggregazione dei collegamenti

Lo standard di aggregazione Ethernet IEEE 802.1.ad permette di collegare i managed switch con 2 o più cavi distribuendo su questi ultimi il traffico di informazioni. Questa funzione viene chiamata trunking. Il grande vantaggio di tale sistema è che se un cavo si guasta, gli altri ripristinano automaticamente il collegamento. Con la mancanza di un cavo, il collegamento aggregato riduce la velocità, quindi tali collegamenti devono essere progettati con molto spazio. Il trunking rende solo ridondante il collegamento. Se uno degli switch si guasta i dispositivi collegati vengono scollegati.

Anello

La topologia ad anello è una daisy chain di dispositivi in cui il primo e l'ultimo sono collegati per formare un anello. Tutti i dispositivi sono collegati alla rete con due cavi, quindi se uno si guasta il collegamento rimane intatto. Se si guasta anche il secondo la rete viene divisa in due. La topologia ad anello con protocolli di rete per lo streaming dei pacchetti come Ethersound, Optocore e Rocknet offre un'ottima ridondanza con meno utilizzo di cavi rispetto alla topologia a stella. Sebbene una topologia ad anello possa essere progettata per funzionare anche con protocolli di rete per l'instradamento dei pacchetti come Dante™ e CobraNet™, ciò è sconsigliato poiché è necessario impiegare ulteriori switch.

Spanning tree

Nelle reti a stella i pacchetti di informazioni vengono inviati sulla rete in base agli indirizzi IP e MAC. È importante che la rete abbia un'architettura logica: per ogni combinazione origine-destinazione ci può essere un solo passaggio attraverso gli switch e i cavi. Se vi sono più passaggi, possono verificarsi dei loop e i pacchetti di informazioni potrebbero continuare a girare in circolo disattivando la rete. I loop, quindi, non sono ammessi nelle reti a stella ad eccezione di quelle che utilizzano managed switch che supportano l'IEEE 802.1w Spanning Tree Protocol anche chiamato STP. Gli switch che supportano l'STP possono bloccare le porte che causano un loop ma possono anche sbloccarle quando la porta attiva nel loop si guasta. Per proteggere alcune zone della rete possono essere creati diversi loop. Per una completa ridondanza la rete può essere semplicemente doppia con doppi switch in ogni punto. Il vantaggio è che il sistema può ripristinare qualsiasi guasto, lo svantaggio è che ci vuole un po' di tempo: alcuni secondi per reti grandi. La maggior parte dei managed switch supportano qualche forma di STP: magari RSTP (Rapid STP) o MSTP (Multiple STP).

Dante™ e CobraNet™ Dual Link

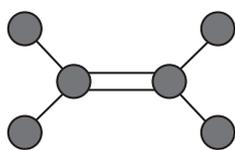
Tutti i dispositivi Dante™ e CobraNet™ hanno due porte Ethernet incorporate chiamate 'primaria' e 'secondaria' che funzionano in modalità ridondante. Normalmente è la porta primaria che opera, ma se il collegamento si guasta interviene automaticamente quella secondaria. Con Dante™ è possibile semplicemente utilizzare una rete doppia per avere ridondanza completa, con CobraNet™, tale rete necessita anche l'utilizzo del protocollo STP.

EtherSound™ ES-100 PPM

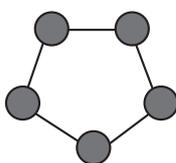
Lo standard EtherSound™ ES-100 permette di collegare i dispositivi utilizzando una topologia ad anello e selezionando un dispositivo come 'Preferred Primary Master'. Il dispositivo PPM blocca l'anello nel funzionamento normale e lo sblocca quando l'anello è rotto da qualche parte, una funzione simile allo Spanning Tree.

Selezionare un concetto di ridondanza

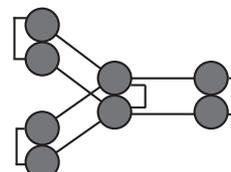
Per le varie applicazioni si può scegliere uno di questi concetti o una loro combinazione. Un parametro che detta la decisione è il livello di ridondanza richiesto. In applicazioni touring è consigliabile utilizzare switch ridondanti, in sistemi installati possono bastare switch singoli. Normalmente basta che il cablaggio che percorre una lunga distanza sia ridondante e che i cavi siano il più possibile separati fisicamente. Un altro parametro che detta la decisione è il tempo di ripristino, ossia il tempo necessario per ripristinare un cavo o uno switch rotto. Se viene utilizzato un sistema chiuso come OPTOCORE®, Rocknet™, il concetto di ridondanza viene selezionato dal produttore. Se viene utilizzato un dispositivo con lo standard Ethernet, è necessaria una conoscenza avanzata per selezionare il concetto di ridondanza e per programmare tutti gli switch del sistema.



Trunking



Anello



Spanning tree con doppi switch

7. Cablaggio

Cavi UTP e STP

La maggior parte delle reti Ethernet sono costruite utilizzando cavi che contengono otto fili di rame incrociati a coppie. La varietà schermata viene chiamata STP (Shielded Twisted Pair) e protegge dalle interferenze elettromagnetiche. La varietà molto più comune, che è quella non schermata, viene chiamata UTP (Unshielded Twisted Pair). Questi cavi e i loro connettori hanno diverse qualità a seconda delle applicazioni. Tali qualità sono state divise in categorie che vanno dalla 1 alla 7 dalla Telecommunications Industry Association (www.tiaonline.org). Le categorie differiscono per i materiali utilizzati e l'intreccio di coppie di fili per metro. CAT3 è un cavo di bassa qualità usato per reti Ethernet a bassa velocità, 10Mb. Per le reti Ethernet a 100Mb deve essere utilizzato il CAT5 o quello superiore. Attenzione: il cavo CAT3 ha lo stesso aspetto del CAT5, quindi è sempre meglio leggere l'indicazione della categoria riportata sul cavo. Per i sistemi Gigabit è disponibile una versione particolare del CAT5: CAT5E. CAT6 e CAT7 introdotte di recente offrono le prestazioni migliori. Le categorie TIA sono compatibili all'indietro. A seconda della categoria si possono avere diverse qualità: nucleo solido per installazioni, flessibile per rappezature, rivestimento di protezione e Shielded Foiled (S/FTP) per applicazioni touring road proof.

Connettori UTP e STP

I cavi di rete Ethernet di rame utilizzano connettori RJ45. Di solito in commercio i cavi e i connettori vengono venduti separatamente. Spetta agli integratori e agli installatori di sistemi assemblare i cavi utilizzando gli appositi strumenti. I cavi per installazioni (nucleo solido) e i cavi flessibili (nucleo a treccia) nelle versioni UTP e STP richiedono diverse versioni di connettori RJ45. I produttori di switch si riferiscono spesso ai connettori di rete in rame CAT5 chiamandoli con l'acronimo 'TX', ossia '100BASE TX'. Nell'industria audio l'EtherCon® della Neutrik viene spesso utilizzato per sistemi road proof di connettori RJ45.

Cavi in fibra

I cavi in fibra ottica possono gestire frequenze molto più alte rispetto ai cavi STP e possono essere lunghi fino a 10 chilometri. Sono disponibili due tipi di sistema in fibra: multimodali e monomodali. Le fibre multimodali possono gestire collegamenti gigabit fino a 2 chilometri. Le fibre monomodali richiedono un laser a semiconduttore più costoso, ma possono gestire collegamenti fino a 80 chilometri. Entrambi i tipi sono disponibili nei negozi IT per installazioni. Alcune società come la Fiberfox® offre un cavo in fibra con specifiche di livello militare che serve per applicazioni touring road proof.

Connettori per fibra

I connettori per fibra sono di diversi tipi: SC, ST, LC, ecc. Vista la difficoltà di assemblaggio di tali connettori, di solito i cavi sono già collegati ai connettori. Gli standard industriali per questi moduli sono GigaBit Interface Converter (GBIC) e la sua versione mini chiamata Small Formfactor Pluggable (SFP). I produttori di switch si riferiscono spesso ai collegamenti di rete in fibra con gli acronimi 'FX', 'LX' o 'SX', ossia '100BASE FX'. Per i collegamenti road proof Neutrik ha sviluppato il sistema di collegamento OpticalCon® che offre un'extra protezione dei delicati connettori per fibra. La Connex offre Fiberfox®, un sistema di collegamento che utilizza delle lenti per disperdere il segnale della fibra e renderlo meno sensibile ai graffi e allo sporco.

Media converter

Per lavorare con un collegamento in fibra, se si utilizza un media converter, si può usare uno switch senza modulo. I media converter sono ampiamente disponibili per collegamenti a banda larga. Si consiglia tuttavia di utilizzare switch con moduli per fibra interni onde ridurre al minimo la latenza.



Connettore RJ45



Neutrik EtherCon®



Connettore per fibra SC



Fiberfox® EBC52



Neutrik OpticalCon



GBIC

8. Ulteriori informazioni su Dante™

La società australiana Audinate® ha inventato Dante™ nel 2006, utilizzando reti gigabit Ethernet come alternativa più potente alle reti su base 100Mb come CobraNet™ ed Ethersound. Dante™ è un protocollo su licenza implementato da più di 100 produttori nel 2014. Dante™ opera sulle reti impiegando dei normali switch che supportano i protocolli QoS e PTP necessari e consente di disabilitare la modalità EEE (Energy Efficient Ethernet). Per reti più grandi, gli switch devono supportare anche il protocollo IGMP Snooping.

Concetto

Dante™ gestisce i dati audio raggruppando in “flussi” i canali che viaggiano dallo stesso trasmettitore allo stesso ricevitore. Ciascun flusso può avere fino a 8 canali e normalmente viene creato senza intervento dell'utente. I dispositivi Dante™ dispongono inoltre di un meccanismo di rilevamento automatico che permette un instradamento dell'audio in base semplicemente ai nomi dei dispositivi e dei canali. Viene impiegato il livello 3 Ethernet OSI (indirizzamento IP). La maggior parte delle apparecchiature Dante™ richiedono l'uso di switch gigabit Ethernet, di conseguenza, i valori “store and forward” e di ritardo della coda sono molto più bassi di quelli per le reti 100Mb. Infatti, tutti i dispositivi slave Dante™ comunicano regolarmente con il dispositivo master Dante™ per determinare la tempistica di ritardo. Essi regoleranno di conseguenza la propria tempistica per l'audio: utilizzano lo standard Ethernet Precision Time Protocol (PTP) per questa funzione, garantendo una sincronizzazione precisa al microsecondo. Dante™ inoltre, utilizza una funzione standard Quality of Service (QoS) Ethernet per far sì che i dati Dante™ audio e di sincronizzazione vengano elaborati dallo switch più velocemente rispetto agli altri dati. In tal modo, è possibile condividere reti Dante™ con altre normali apparecchiature informatiche e d'ufficio.

Instradamento

Dante™ offre il software 'Dante™ Controller', con un'interfaccia utente visuale a matrice per l'instradamento dei canali e supporta tutti i dispositivi Dante™ disponibili in commercio. Alcuni produttori forniscono mezzi alternativi per l'instradamento Dante™, per esempio l'interfaccia utente implementata nei mixer Yamaha CL e QL. Il software controlla anche le impostazioni di latenza e sincronizzazione. Anche Audinate® vende una Dante™ Virtual Soundcard (DVS), in grado di inviare e ricevere fino a 64 canali da e verso la rete Dante™ attraverso la porta Ethernet di un personal computer. Questa funzionalità consente di aggiungere personal computer alla rete come dispositivi di i/o senza costi aggiuntivi per l'hardware.

Ridondanza

Analogamente a CobraNet™, i dispositivi Dante™ offrono porte primarie e secondarie per connettersi alla rete. È possibile collegare entrambe le porte a una rete gigabit a stella per fornire ridondanza in maniera semplice. Se necessario, per esempio per rendere ridondanti anche le parti video e di controllo della rete, è possibile avvalersi di ulteriori funzionalità di ridondanza come trunking e spanning tree.

Daisy chain

Alcuni prodotti Dante™ incorporano un piccolo managed switch per connettere le porte primaria e secondaria a una rete. È possibile programmare questo switch per sostituire la porta secondaria con una seconda porta primaria, potendo così utilizzare dei semplici collegamenti daisy chain in situazioni live. Questa funzionalità è incorporata nei prodotti Yamaha QL, CL, Ri/o, MTX5D e XMV-D. Non dimenticare che la topologia ad anello non è supportata da questo metodo. Il trunking con switch aggiuntivi può essere utilizzato per creare ridondanza di cavi.



Dante™ Controller



DVS Dante™ Virtual Soundcard



Interfaccia MY16-AUD Dante™

9. Ulteriori informazioni su CobraNet™

CobraNet™ è stato inventato dall'azienda statunitense Peak Audio nel 1996 utilizzando lo standard Ethernet a 100Mb comune a quel tempo. Il protocollo si è evoluto da allora, divenendo uno standard mondiale noto e molto affidabile e ancora utilizzato in molti progetti d'installazione anche oggi nel 2014.

Concetto

I dati audio vengono scomposti in pacchetti Ethernet, con pezzi di segnali audio combinati in un "bundle". Ogni bundle contiene una stringa di campioni audio di uno, due, quattro od otto canali. I bundle possono essere indirizzati utilizzando il livello 2 Ethernet (indirizzamento MAC), facendo di CobraNet™ una vera rete: all'interno della larghezza di banda, l'instradamento è completamente indipendente dal cablaggio fisico. La vera sfida nel trasferimento di audio via Ethernet è la tempistica di sincronizzazione: l'audio deve arrivare contemporaneamente ovunque sulla rete. Per superare i ritardi causati dalla latenza store and forward negli switch di rete, Peak audio ha sviluppato un brillante sistema di clocking. Un dispositivo CobraNet™ sulla rete viene nominato dall'utente oppure automaticamente come master clock e definito il "conduttore". Il conduttore invia qualche centinaio di piccoli pacchetti "beat" al secondo. Quando il pacchetto beat viene inviato, la rete è inattiva, ma subito dopo che tutti gli altri dispositivi hanno ricevuto il pacchetto beat, iniziano tutti a trasmettere i pacchetti audio (bundle), congestionando la rete. Per risolvere questo problema serve tempo, a seconda del numero di pacchetti e delle code che si formano alle porte di uscita degli switch di rete. Il trucco consiste nel fatto che tutti i dispositivi CobraNet™ che ricevono i pacchetti audio aspettano un certo lasso di tempo prima di inviare i dati audio alle rispettive uscite. L'attesa può essere di 5,3, 2,6, e 1,3 millisecondi, a seconda delle dimensioni della rete. Questo ritardo è sufficiente affinché gli switch risolvano la congestione e consegnino tutti i pacchetti audio ai dispositivi riceventi. I bundle contengono campioni sufficienti per coprire esattamente il periodo di attesa, quindi i dispositivi di uscita avranno sempre dati e potranno trasmettere segnali audio in maniera costante. Dato che il pacchetto audio è inviato a rete ferma (nessun dato audio in transito), il pacchetto beat necessita di pochissimo tempo per arrivare agli altri dispositivi, permettendo la sincronizzazione di tutte le uscite con una precisione di appena pochi microsecondi. Terminato il periodo di attesa, la rete è di nuovo inattiva e il conduttore invia un nuovo pacchetto beat, ricominciando il processo dall'inizio. CobraNet™ consente di implementare altre funzionalità Ethernet come video e controllo dei dispositivi, a patto che la larghezza di banda non superi i 100Mb.

Instradamento

L'instradamento avviene assegnando numeri ai bundle. Il bundle può essere trasmesso in multicast a tutti i dispositivi CobraNet™ della rete, oppure in unicast a un singolo dispositivo. La trasmissione di un bundle multicast a tutti gli altri dispositivi consuma larghezza di banda su tutti i cavi. Il limite di una rete CobraNet™ multicast è di 64 canali per connessioni 100Mb. Se un segnale audio deve essere inviato a una singola destinazione, è possibile utilizzare unicast, consumando solo la larghezza di banda delle porte e dei cavi del percorso tra il trasmettitore e il ricevitore. In tal modo, si possono utilizzare più canali sulla rete. Numeri, dimensioni, modalità della latenza, priorità del conduttore ecc. sono tutti impostabili via software. Cirrus Logic, l'azienda attualmente titolare delle licenze CobraNet™, fornisce il pacchetto software "CobraNet Discovery", mentre i singoli produttori di dispositivi CobraNet™ mettono a disposizione i propri software, p.es. Yamaha "CobraNet Manager lite". Sebbene CobraNet™ sia totalmente conforme alle specifiche Ethernet, Cirrus Logic non ha mai rilasciato un driver per computer che consenta la trasmissione e ricezione dirette via personal computer.

Ridondanza

Per la ridondanza, i dispositivi CobraNet™ hanno due porte, primaria e secondaria. La porta secondaria è attivata in caso la primaria perda la connessione. Questo metodo "dual link" può essere utilizzato insieme a spanning tree e trunking per rendere i sistemi ridondanti.

Dismissione

All'inizio di CobraNet™, gli switch avevano un lungo ritardo store and forward e bisognava selezionare una latenza di 5,3 millisecondi anche per le reti di piccole dimensioni. Poiché tale latenza costituisce un problema per i sistemi live, CobraNet™ viene principalmente utilizzato nelle installazioni fisse. Da quando nel 2000, sono disponibili switch gigabit veloci e potenti, è possibile usare la modalità a 1,3 millisecondi per i sistemi live di medie dimensioni. Poiché CobraNet™ non è più mantenuto dal suo attuale proprietario Cirrus Logic e Dante™ costituisce un'alternativa più potente, CobraNet™ sta pian piano scomparendo.

CobraNet®



Circuito integrato CobraNet™

Instradamento CobraNet™
(Progettista DME)



Interfaccia CobraNet™

10. Ulteriori informazioni su Ethersound™

La società francese Digigram nel 2001 ha inventato EtherSound™, un'alternativa più semplice e veloce a CobraNet™ per i sistemi live, sostenendo che una semplice daisy chain è sufficiente per le funzionalità sonore live. La topologia daisy chain prescinde dall'indirizzamento, che non è più necessario, dato che ogni dispositivo ha solo un dispositivo a cui trasmettere e uno da cui ricevere. Gli switch pertanto non sono necessari e quindi non si verificano ritardi store and forward sulla rete. Inoltre, essendoci sempre solo un unico flusso di pacchetti audio che passa per i cavi, non si verificano mai code. Questo utilizzo semplificato di Ethernet consente a un dispositivo EtherSound™ di avere una latenza di appena 1,4 microsecondi. Il sistema quindi non necessiterà di un metodo di clocking intelligente dato che impiega i pacchetti audio per la sincronizzazione. Sebbene EtherSound™ non si affidi all'indirizzamento dei pacchetti Ethernet, rimane pur sempre una rete: entro la larghezza di banda di 64 canali le connessioni si possono realizzare a prescindere dal cablaggio fisico.

Concetto

Un dispositivo EtherSound™ non dispone di porte primaria e secondaria come CobraNet™ e Dante, bensì di porte IN e OUT. Le porte supportano Ethernet a 100Mb, pienamente occupate da un flusso di 48.000 pacchetti al secondo, ciascuno contenente 64 canali di singoli campioni audio a 48kHz. Non rimane quindi spazio per altro. Pur essendo quindi EtherSound™ pienamente conforme Ethernet, non è possibile utilizzare una rete EtherSound™ per altre funzioni Ethernet come video e controllo, a meno che non sia instradata in isolamento via VLAN attraverso una rete gigabit.

Instradamento

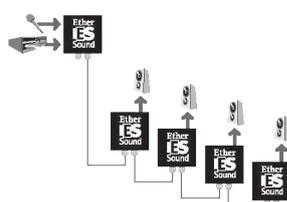
Il flusso di dati proveniente dal dispositivo collegato alla porta IN e inviato al dispositivo collegato alla porta OUT viene definito "downstream" e consente ai canali di essere trasmessi dal primo dispositivo fino all'ultimo, compresi quelli intermedi. Il flusso di dati ricevuto dal dispositivo collegato alla porta OUT e rimandato al dispositivo collegato alla porta IN viene definito "upstream" e consente ai canali di essere ritrasmessi dall'ultimo dispositivo fino al primo, compresi quelli intermedi. L'instradamento di tutti i canali viene realizzato mediante software AVS-Monitor di Auvitran, selezionando i canali da prelevare dagli up/downstream e da inviare alle uscite del dispositivo, e i canali da prelevare dagli ingressi e da inserire negli up/downstream. Auvitran offre anche un driver ASIO, consentendo di inviare e ricevere fino a 64 canali da un personal computer tramite una normale porta Ethernet.

Ridondanza

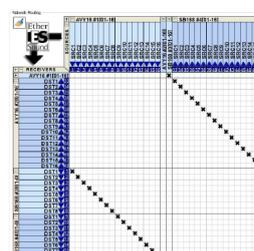
ES-100, l'ultima versione di EtherSound™, consente di chiudere la daisy chain in modo che tutti i dispositivi eseguano un protocollo di ridondanza simile allo spanning tree, formando un anello ridondante. Il tempo di rilevamento è molto rapido: solo pochi campioni. Si possono inoltre utilizzare trunking e spanning tree per sistemi più grandi attraverso switch gigabit.

Dismissione

Nonostante la larghezza di banda limitata, EtherSound™ è molto facile da configurare e può essere utilizzato senza switch con una latenza sufficientemente bassa per l'impiego con i sistemi live. Come CobraNet™, EtherSound™ sta lentamente scomparendo, rimpiazzato da Dante™ quale alternativa più potente.



Topologia daisy chain



Auvitran AVS-Monitor



Interfaccia MY16-ES64

11. Altri protocolli di rete

Attualmente sul mercato audio professionale si stanno introducendo altri protocolli o standard di rete audio compatibili Ethernet. Questi, così come Dante™ si basano sul livello 3 OSI, ma non godono ancora di una vasta accettazione. Tutti godono di vantaggi leggermente diversi tra loro.

AVB

Audio Video Bridging (AVB) è il nome dato a una rete che implementa una serie di protocolli delineati dal comitato per gli standard IEEE 802.1. Questi includono funzioni per garantire la sincronizzazione precisa di tutti i dispositivi sulla rete, per garantire la larghezza di banda richiesta da dati audio e video, e per garantire un flusso costante di dati anziché improvvisi picchi e pause all'interno della rete. Un gruppo di produttori di apparecchiature AV e IT hanno formato l'AVu Alliance per delineare le linee guida atte ad assicurare la compatibilità tra tutti i dispositivi AVB da loro prodotti. Nel 2014 sono state messe sul mercato le prime apparecchiature AVB certificate AVnu. Tuttavia, le reti AVB necessitano di speciali switch, attualmente costosi e difficili da reperire. Non esiste inoltre al momento in cui scriviamo, un meccanismo unico di ridondanza. Sia Yamaha che Audinate® partecipano all'AVnu Alliance.

AES67

Nel settembre 2013 lo standard AES67 è stato annunciato per le reti IP audio ad alte prestazioni. Lo standard opera al livello 3 (rete) e fornisce raccomandazioni in vari campi, compresa la sincronizzazione, l'identificazione del clock dei media e il trasporto sulla rete. Audinate® nel febbraio 2014 ha dichiarato che Dante™ includerà lo standard AES67, consentendo alle apparecchiature Dante™ di condividere audio con altre apparecchiature AES67.

Ravenna

Ravenna è il nome della città dove è sepolto Dante™ Alighieri, autore della Divina Commedia. La rete Ravenna è stata pertanto sfacciatamente presentata nel 2010 da un gruppo di produttori audio professionali, con particolare attenzione al broadcasting. Come Dante, Ravenna è una soluzione IP di livello 3 e utilizza standard IEEE come PTP per la sincronizzazione del clock e QoS per la gestione del traffico dati. Ravenna è già compatibile con lo standard AES67 ed è stata adottata da produttori audio professionali come Lawo, Genelec e Merging Technologies.

OCA

Open Control Architecture (OCA) non è un protocollo per reti audio, bensì una serie di specifiche concordate dall'OCA Alliance (diversi produttori di apparecchiature audio professionali, compresa Yamaha). L'obiettivo è quello di creare e rilasciare uno standard di comunicazione per il controllo e il monitoraggio delle reti a cui possano aderire i futuri dispositivi di rete audio. Con la promessa di migliorare la compatibilità tra software e dispositivi di diversi produttori.



Logo AVB



Logo Ravenna

12. Ingegneria di sistema

Utenti del sistema

Dal punto di vista degli utenti un sistema di rete audio progettato correttamente non dà problemi, offre una facile connettività e una logistica flessibile, supporta le applicazioni più complesse come sistemi installati in teatri, sale da concerto, centri di divertimento, centri comunali, scuole, ecc. Anche le applicazioni touring, come spettacoli teatrali, concerti pop, musical, opere ecc., che utilizzano i loro sistemi o li affittano possono ottenere benefici dai sistemi di rete audio.

Ingegneria di sistema

Parte dei processi legati all'ingegneria del sistema sono gestiti dai tecnici del proprietario del sistema, l'altra è gestita da un consulente o da un integratore di sistemi. Visto che di solito i tecnici audio non hanno una conoscenza approfondita dell'ingegneria e delle tecnologie applicate alle reti, il ruolo dei consulenti specializzati e degli integratori di sistemi aumenta sino a coprire la definizione, la progettazione e la programmazione di sistemi di rete audio e lo sviluppo di semplici procedure operative e di impostazione per gli utenti del sistema.

Specifiche del sistema

Prima di tutto bisogna decidere le specifiche del sistema audio. Le reti audio offrono numerose possibilità, ma senza una profonda conoscenza delle tecnologie di rete è molto difficile capire se tali possibilità possono essere messe in pratica. Tra le specifiche del sistema vi sono il numero dei canali audio, il numero delle location, la distanza tra le location, le impostazioni di qualità audio necessarie, il livello di ridondanza, i servizi di controllo, ecc. Se un sistema installato utilizza un'infrastruttura IT esistente, l'amministratore del sistema IT deve essere coinvolto nel definire le specifiche. Per applicazioni touring vanno incluse specifiche come la qualità dei cavi e dei connettori e la standardizzazione dei collegamenti. In base alle specifiche del sistema si possono selezionare il formato della rete, il formato della rete audio, la topologia della rete, la ridondanza e i collegamenti più adatti.

Componenti audio

I sistemi chiusi offrono una gamma di componenti audio selezionata dal produttore. Nei sistemi aperti si può usare qualsiasi marca di componenti audio compatibile con lo standard della rete audio. Esempi di sistemi di rete audio aperti sono Dante™, CobraNet™ e EtherSound™.

Dispositivi di rete

Per i sistemi chiusi i produttori forniscono l'hardware di rete. Per i sistemi aperti la scelta di dispositivi di rete è immensa. Il mercato dell'IT offre molti marchi con diversi livelli di qualità e funzionalità. Per i sistemi Dante™, gli switch devono rispettare una serie di requisiti di funzionalità di base. Di solito i produttori consigliano switch di comprovato funzionamento.

Espansione futura

I sistemi chiusi possono essere ingranditi ma la scelta di opzioni di espansione hardware è limitata e decisa dal produttore. I sistemi aperti che usano una tecnologia di rete standard sono scalabili secondo le necessità dell'utente. Dopo l'acquisto di un sistema si possono aggiungere sia dispositivi di rete che audio senza essere limitati dalle marche di prodotti utilizzati nel sistema originale.

Integratore di sistemi qualificato

Per gestire i sistemi di rete audio serve un'avanzata conoscenza dell'ingegneria dei sistemi che è garantita da consulenti qualificati e integratori di sistemi. A queste figure professionali non è richiesta nessuna qualifica specifica se non una conoscenza approfondita delle tecnologie di rete e una comprovata esperienza nella progettazione di sistemi usati nel mercato.

13. Investire in un sistema di rete audio

Costi del sistema

Il costo totale di un sistema è dato dalla somma dei costi dei componenti e del costo della manodopera per progettare, costruirlo e fornire supporto. Di fatto in un sistema di rete audio più aumentano i costi dei componenti e più diminuisce il costo della manodopera. L'investimento che si fa inizialmente influisce inoltre sui costi di uso e manutenzione del sistema dopo la consegna. Nell'industria touring l'utilizzo di sistemi di rete audio fa risparmiare molto sui costi relativi alla logistica e ai tempi di set-up. I sistemi installati possono beneficiare del basso costo di modifiche ad hoc.

Costi dei componenti

Scegliendo di utilizzare reti P2P e audio si va a sostituire il cablaggio analogico su lunghe distanze con una rete digitale. Ciò significa che il costo dei componenti di tutto il cablaggio su lunghe distanze viene sostituito dal costo delle interfacce. Laddove i sistemi basati su P2P (p.es. AES10 - MADI, AES50 - SuperMAC) necessitano di router proprietari in ogni punto di connessione, i sistemi di rete possono utilizzare switch di rete standard più economici. Se si devono collegare solo due dispositivi, per esempio un solo mixer e una sola stagebox, la differenza non è eccessiva, ma non appena i sistemi diventano più complessi, le reti audio spesso sono più convenienti.

Costi di manodopera

Con i sistemi P2P i requisiti di cablaggio sono direttamente legati a quelli funzionali del sistema e il cablaggio va eseguito da personale esperto. Per i sistemi di rete audio, entro i limiti della larghezza di banda, il cablaggio è completamente separato dai requisiti funzionali, permettendo quindi l'impiego di personale meno esperto. Per le installazioni, eventuali modifiche dopo la messa in opera possono avvenire senza interessare il cablaggio e riducendo ulteriormente i costi della manodopera.

Vantaggi competitivi

Un sistema di rete audio offre molta più qualità e funzionalità rispetto a un sistema analogico. Visto che la complessità dei progetti aumenta di anno in anno, molti lavori non possono più essere eseguiti senza l'ausilio dei sistemi di rete audio, il che offre un vantaggio competitivo a quelle aziende che hanno investito in tali sistemi rispetto a quelli P2P. Nel calcolare il costo totale bisogna tener conto anche di questo vantaggio competitivo.

In sostanza

Ogni sistema ha i propri costi. Esistono troppe variabili per proporre regole certe sul confronto tra i costi. In generale quando si sostituisce un sistema analogico o design P2P con una rete audio digitale il costo dei componenti è uguale o inferiore, il costo della manodopera diminuisce e i vantaggi competitivi aumentano. Più un sistema è grande e complesso e più risparmio si ottiene.

Risparmio sui componenti
(rispetto al cablaggio analogico)



Non serve un multicore analogico

Costi delle reti audio



Investimenti in apparecchiature di rete e cablaggio

Risparmio sulla manodopera



Touring: risparmiate sul trasporto e la posa

Vantaggi competitivi



Maggiore funzionalità - flessibilità



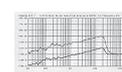
Non servono break out, stage snake e splitter



Investimento in apparecchiature I/O



Installazione: risparmiate sul cablaggio



Migliore qualità audio

14. Glossario delle reti audio

<u>AES/EBU</u>	Formato audio digitale definito standard AES3 dall'Audio Engineering Society e dalla European Broadcasting Union Utilizza cavi di rame bilanciati con 2 canali per collegamento.
<u>AES67</u>	Una lista di raccomandazioni da parte dell'Audio Engineering Society per il trasporto di audio ad alte prestazioni sulle reti IP. Non è in sé un protocollo di trasporto audio.
<u>Anello</u>	Rete a daisy chain con le estremità collegate a formare un anello. A differenza della daisy chain, la topologia ad anello, che può trasmettere dati in entrambe le direzioni, è già di per sé ridondante: in caso di malfunzionamento tutti i dispositivi rimangono collegati.
<u>AVB Audio Video Bridging</u>	Un tipo di rete che usa switch specialistici e altre apparecchiature che hanno implementato la serie di protocolli AVB. Ciò garantisce la sincronizzazione, la larghezza di banda e la coerenza.
<u>AVnu Alliance</u>	Un forum dedicato alla promozione dell'uso di AVB e all'interoperabilità delle apparecchiature prodotte dai suoi membri.
<u>Bridge</u>	Un dispositivo di rete usato per connettere reti tra loro. I bridge operano con indirizzi MAC e ignorano l'indirizzamento IP. Per connettere reti a livello d'indirizzamento IP, serve un router.
<u>Bridge seriale</u>	Collegamento seriale con una rete CobraNet™ usandola per comunicare con dispositivi RS232.
<u>Broadcast</u>	Standard Ethernet 802.3 che permette di inviare le informazioni, sotto forma di pacchetti broadcast, a tutti i dispositivi della rete. EtherSound™ utilizza questo metodo per inviare canali audio su una daisy chain.
<u>Bundle</u>	Pacchetto di informazioni CobraNet™ contenente sino a otto canali audio a 48kHz. Un bundle può essere a 20 o 24 bit e con una latenza di 1,33, 2,66 o 5,33 ms.
<u>CAT5</u>	Cavo di categoria 5 in grado di trasportare 100Mb di segnali di rete su una distanza massima di 100 metri.
<u>CAT5E</u>	Versione aggiornata del cavo CAT5 per frequenze più alte. I cavi CAT5E possono gestire connessioni gigabit Ethernet.
<u>Classe della rete</u>	Categorizzazione della maschera di sottorete di una rete. Determina quale porzione dell'indirizzo IP è il numero della rete e quale è l'indirizzo dell'host. Classe A: numero della rete 1 byte (8 bit), indirizzo dell'host 3 byte (24 bit). Classe B: numero della rete 2 byte (16 bit), indirizzo dell'host 2 byte (16 bit). Classe C: numero della rete 3 byte (24 bit), indirizzo dell'host 1 byte (8 bit). Le piccole reti aziendali utilizzano spesso la classe C.
<u>CobraNet™</u>	Protocollo di rete che utilizza Ethernet per trasportare audio e per controllare e monitorare i dati su una rete a 100Mb con una capacità massima di 64 canali per collegamento.
<u>Daisy chain</u>	Metodo per collegare dispositivi. Se avviene un guasto in un dispositivo, il sistema viene tagliato in due.
<u>Dante</u>	Tecnologia di rete per media digitali multicanale basata su standard informatici. Dante™ offre una latenza molto bassa e una sincronizzazione molto precisa. Dante™ supporta più di 500 canali per collegamento.
<u>Dispositivo End of Loop</u>	EtherSound™ versione 2.09 e successive, compresa ES-100, consentono di creare più segmenti bidirezionali in una daisy chain. Oltre al Primary Master, è possibile impostare come End of Loop qualsiasi dispositivo bloccando l'upstream di dati.
<u>Dispositivo Loop Back</u>	Il dispositivo Loop Back EtherSound™ invia i dati non solo downstream al dispositivo successivo mediante pacchetti broadcast, ma anche upstream al dispositivo Primary Master (o dispositivo End Of Loop, V2.09 o superiore) mediante pacchetti unicast, creando tra i due un segmento di daisy chain bidirezionale.
<u>Dual link</u>	Metodo di ridondanza CobraNet™ che collega un dispositivo a una rete con due collegamenti. Se un collegamento si guasta, interviene l'altro.
<u>EEE Energy Efficient Ethernet</u>	Nota anche come "Green Ethernet", o standard IEEE 802.3az. Ha lo scopo di ridurre il consumo energetico degli switch di circa il 50%. Tuttavia, non sempre è compatibile con apparecchiature di rete audio come Dante per esempio, pertanto si consiglia di evitarla o di disabilitarla.
<u>ES-100</u>	Nuova versione di EtherSound™ che offre maggiori funzionalità. ES-100 consente di utilizzare la topologia ad anello ridondante.
<u>EtherCon®</u>	Connettore RJ45 combinato con rivestimento road proof XLR, prodotto da Neutrik.
<u>Ethernet</u>	Il protocollo di rete più utilizzato nel mondo, definito standard IEEE802.3 dall'Institute of Electrical and Electronics Engineers.
<u>EtherSound™</u>	Protocollo di rete che utilizza Ethernet per trasportare audio e per controllare e monitorare i dati su una rete a 100Mb. EtherSound™ utilizza una topologia a daisy chain con un flusso di dati a larghezza di banda fissa a 64 canali e una latenza molto bassa (variabile a seconda della topologia della rete). Una versione avanzata di EtherSound™ con maggiori funzionalità è stata presentata nel 2006 con il nome di ES-100.
<u>Fiberfox®</u>	Sistema road proof per collegare cavi di fibra. Disperde il segnale luminoso con una lente per aumentare la superficie di contatto del connettore. La superficie ampia è meno sensibile ai graffi e allo sporco.
<u>Fibra</u>	Supporto usato per trasportare le informazioni grazie alla luce. Ci sono fibre monomodali e multimodali. Le fibre possono gestire grandi flussi di informazioni a banda larga e possono essere lunghe vari chilometri.
<u>Fibre monomodali</u>	Collegamenti in grado di gestire grandi flussi di dati su distanze fino a 80 chilometri a seconda dello standard di rete. I collegamenti monomodali utilizzano un tipo di laser potente e costoso.
<u>Fibre multimodali</u>	Collegamenti in grado di gestire grandi flussi di dati su distanze fino a 2chilometri a seconda dello standard di rete. I collegamenti multimodali utilizzano un tipo di laser economico.
<u>GBIC Giga Bit Interface Converter</u>	Modulo sostituibile a caldo per aggiungere collegamenti gigabit ottici o di rame a un switch.

<u>Gigabit</u>	Un miliardo di bit (1.000.000.000 bit; Gb). Un collegamento Gigabit può trasportare un gigabit per secondo di informazioni. 10 volte di più rispetto ai collegamenti 100Mb (100 Megabit per secondo, nota anche come Fast Ethernet).
<u>Hub</u>	(Ripetitore hub). Semplice dispositivo di rete che invia nuovamente i pacchetti in arrivo a tutte le porte senza controllare gli indirizzi. I ripetitori hub possono essere utilizzati per collegare segmenti di reti e formare una grande rete. La tecnologia dei ripetitori hub è obsoleta e non deve essere utilizzata nei nuovi sistemi.
<u>IGMP Snooping</u>	Funzione dello switch che consente al dispositivo di ascoltare i messaggi Internet Group Management Protocol. Ciò significa che lo switch può bloccare il traffico multicast in modo che non vada dove non necessario e quindi liberando larghezza di banda sulla rete.
<u>Indirizzo globale</u>	Indirizzo IP che può collegarsi a Internet. Gli indirizzi globali vengono rilasciati da InterNIC (www.internic.org) in modo che ogni indirizzo sia unico.
<u>Indirizzo IP</u>	Indirizzo Internet Protocol, indirizzo definibile dall'utente per gestire i flussi di informazione su una rete. L'indirizzo IP comprende un numero della rete e un numero dell'host. Consente di instradare le informazioni in una rete locale (rete aziendale, normalmente con l'indirizzamento a 4 byte IPv4) o in una WAN (Internet, normalmente con l'indirizzamento a 16 byte IPv6)
<u>Indirizzo MAC</u>	Media Access Control, sistema di indirizzamento che utilizza un indirizzo a 48 bit (6 byte), rilasciato da IEEE, organizzazione degli standard. 48 bit equivalgono a 280 trilioni di indirizzi unici, senza doppioni.
<u>Indirizzo privato</u>	Indirizzo IP da utilizzare per reti private e che non richiede l'approvazione di InterNIC Classe A: 10.0.0.0-10.255.255.255 Classe B: 172.16.0.0-172.31.255.255 Classe C: 192.168.0.0-192.168.255.255. Questi sono indirizzi non instradabili che possono essere utilizzati solo per sottoreti locali.
<u>Latenza</u>	(latenza di rete, ritardo di inoltro). Tempo che occorre a una pacchetto di informazioni per viaggiare dal dispositivo di invio al dispositivo di destinazione.
<u>MADI</u>	Multichannel Audio Digital Interface, protocollo audio definito standard AES10 da AES. MADI utilizza un solo collegamento per trasferire 64 canali di audio a 24 bit
<u>Managed switch</u>	Switch con capacità superiori quali la gestione di VLAN, Trunking, Spanning Tree, Quality of Service, la compilazione di statistiche, la segnalazione di errori.
<u>Maschera di sottorete</u>	Numero che specifica quale parte dell'indirizzo IP rappresenta il numero della rete e quale l'indirizzo dell'host.
<u>Media converter</u>	Dispositivo che serve per convertire un collegamento in fibra in un collegamento in rame RJ45 e viceversa. I media converter sono disponibili per la maggior parte dei connettori e delle velocità.
<u>Megabit</u>	Un milione di bit (1.000.000 bit; Mb). Un collegamento Fast Ethernet può trasportare un 100Mb per secondo di informazioni, un collegamento gigabit ne trasporta 1000Mb. In questo documento la velocità di connessione o la larghezza di banda di 100 Megabit è abbreviata con "100Mb".
<u>Modello OSI</u>	Modello standardizzato di protocolli di rete pubblicato dall'International Organization for Standardization ISO (www.iso.org). Il modello OSI definisce sette livelli, dalla forma fisica dei dati elettrici (livello 1) fino all'applicazione dei servizi che utilizza la rete (livello 7). L'indirizzamento MAC è definito nel livello 2; l'indirizzamento IP nel livello 3.
<u>Multicast</u>	Standard Ethernet 802.3 che permette di inviare le informazioni, sotto forma di pacchetti multicast, a più dispositivi della rete. Le informazioni possono essere prelevate ovunque sulla rete.
<u>Multi Unicast</u>	Alcuni dispositivi audio possono inviare informazioni a un numero limitato di destinazioni come "multi unicast". Per inviare i bundle a più destinazioni, bisogna utilizzare multicast.
<u>OCA Open Control Architecture</u>	Architettura per l'interoperabilità del monitoraggio e del controllo dei sistemi, progettata per semplificare la progettazione e l'integrazione delle reti multimediali professionali.
<u>OpticalCon®</u>	Rivestimento XLR della Neutrik per i connettori per fibra di tipo LC, protegge la parte terminale e vulnerabile della fibra dai graffi e dallo sporco.
<u>OPTOCORE®</u>	Standard di rete audio con topologia ad anello in grado di gestire più di 500 canali, collegamenti video e seriali con bassa latenza.
<u>Preferred Primary Master</u>	In una topologia ad anello ridondante si possono utilizzare dispositivi EtherSound™ ES-100. Bisogna impostare un dispositivo come il Preferred Primary Master. Tale dispositivo blocca l'anello (quindi è una daisy chain), ma lo sblocca quando si perde il collegamento.
<u>Primary Master</u>	Il primo dispositivo di una daisy chain EtherSound™ si chiama Primary Master. Da avvio al flusso di dati a 64 canali inviato downstream attraverso la daisy chain. In modalità bidirezionale, il Primary Master è l'ultimo dispositivo a ricevere i dati upstream. Alla porta IN del Primary Master si può collegare computer e con il software ES Monitor si possono monitorare e controllare tutti i dispositivi EtherSound™ della rete.
<u>Protocollo Spanning Tree Protocol</u>	Standard Ethernet IEEE802.1d. Protocollo per switch Ethernet che bloccano i loop nelle reti e li utilizzano in caso di malfunzionamenti.
<u>PTP Precision Time Protocol</u>	Standard di sincronizzazione del clock, noto come IEEE 1588. Utilizza un'architettura master-slave e ha una precisione inferiore al microsecondo, rendendolo adatto all'uso con apparecchiature di rete audio.
<u>QoS Quality Of Service</u>	Funzionalità Ethernet che consente agli switch di fornire certi tipi di dati con una maggiore priorità, supportando un trasporto più rapido attraverso lo switch. Dante™ usa QoS per assicurare una latenza bassa.
<u>Ravenna</u>	Rete multimediale senza licenza e basata su IP. Utilizza protocolli e apparecchiature informatiche standard. Principalmente utilizzata nell'industria delle trasmissioni professionali. I produttori possono partecipare al suo continuamente al suo sviluppo.
<u>Ridondanza</u>	Progettare reti con funzionalità extra per un ripristino automatico in caso di malfunzionamento del sistema.
<u>RJ11</u>	Connettore utilizzato per cavi in rame in applicazioni telefoniche.
<u>RJ45</u>	Connettore utilizzato per cavi in rame in applicazioni di rete (p.es. CAT5E).

<u>Router</u>	Un dispositivo di rete usato per connettere reti tra loro. I router sfrutta gli indirizzi IP ed è in grado di instradare i dati tra reti collegate ma aventi diversi numeri di rete. Raramente i router sono utilizzati nei sistemi di reti audio.
<u>RS232</u>	Collegamento seriale standardizzato dall'Electronics Industry Alliance (EIA) che definisce le caratteristiche elettriche e meccaniche e che supporta collegamenti P2P con bassi bit rate. Nel 1991 è stata presentata la versione RS232C.
<u>RS422</u>	Collegamento seriale standardizzato dall'Electronics Industry Alliance (EIA) che definisce le caratteristiche elettriche e meccaniche.
<u>RSTP</u>	Protocollo IEEE802.1w Rapid Spanning Tree, versione più veloce del protocollo IEEE802.1d Spanning Tree.
<u>Server seriale</u>	Dispositivo per convertire RS232 o RS422 in Ethernet e viceversa, in modo da poter utilizzare i segnali su una rete.
<u>SFP</u>	Small Formfactor Pluggable, una versione mini di GBIC.
<u>SNMP</u>	Simple Network Management Protocol, metodo basato su standard per controllare e monitorare i dispositivi di una rete.
<u>Stella</u>	La topologia di rete più utilizzata. Il centro della stella può essere progettato con switch più potenti mentre le punte possono operare con minor potenza. Le strutture "a stella di stelle" o "ad albero" sono varianti di questa topologia.
<u>STP</u>	Acronimo di Spanning Tree Protocol o Shielded Twisted Pair.
<u>SuperMAC</u>	Standard di distribuzione audio punto-punto di Oxford Technologies, definito standard AES50 da AES. Trasmette 48 canali di audio a 24 bit 48kHz attraverso cavi CAT5.
<u>Switch</u>	Dispositivo di rete che collega i componenti della rete. Gli switch sono hub intelligenti che inoltrano i pacchetti in arrivo solo alle porte collegate all'indirizzo di destinazione del pacchetto.
<u>Topologia</u>	Modo in cui i dispositivi sono collegati in una rete. Le strutture base sono ad anello, a daisy chain, a stella, ad albero
<u>Trunking</u>	Utilizzo di due o più cavi per collegare switch che supportano la funzionalità IEEE802.3ad Link Aggregation. Utilizzo di due o più collegamenti come se fossero un solo collegamento ridondante e con maggiore capacità.
<u>Unicast</u>	Standard Ethernet 802.3 che permette di inviare le informazioni solo a un particolare dispositivo della rete. Utilizza tutta la larghezza di banda ma solo dei collegamenti coinvolti dal trasmettitore al ricevitore, la rete può supportare più collegamenti rispetto a Multicast.
<u>UTP</u>	Unshielded Twisted Pair. La categoria più utilizzata è la 5: CAT5.
<u>VLAN</u>	Virtual Local Area Network. Un managed switch può separare il traffico della rete in due o più reti "virtuali" usando lo stesso hardware.
<u>Wi-Fi</u>	Standard di rete wireless IEEE802.11. I tipi più usati sono 802.11.b (11Mb/s), 802.11.g (54Mb/s) e 802.11.N (fino a 150Mb/s)

Siti utili

www.aes.org	Audio Engineering Society, AES3, MADI/AES10, AES50, AES67
www.audinate.com	Dante
www.aviom.com	A-net™
www.avnu.org	AVnu alliance
www.cisco.com	Cisco
www.cobranet.info	CobraNet™
www.dlink.com	Dlink
www.ethersound.com	EtherSound™
www.hp.com	Hewlett Packard
www.ieee.org	Institute of Electrical and Electronics Engineers
www.iso.org	International Organization for Standardization
www.internic.org	ICANN Internet Corporation for Assigning Names and Numbers
www.lightviper.com	Lightviper™
www.ravenna.alcnetworx.com	Ravenna
www.riedel.com	RockNet™
www.oca-alliance.com	OCA alliance
www.optocore.com	OPTOCORE®
www.parc.com	Palo Alto Research Center
www.sonyoxford.com	SuperMAC/AES50
www.tiaonline.org	Telecommunications Industry Association
www.yamahaproaudio.com	Yamaha

White paper "Introduzione alla retei audio"

CobraNet™ è un marchio registrato di Cirrus Logic. EtherCon® , OpticalCon® sono marchi registrati di Neutrik Vertrieb GmbH. EtherSound™ è un marchio registrato di Digigram S.A. Fiberfox® è un marchio registrato Connex Elektrotechnische Stecksysteme GmbH. OPTOCORE® è un marchio registrato di OPTOCORE GmbH. Dante™ è un marchio registrato di Audinate® .

Yamaha Commercial Audio, 2014 - Ron Bakker, Andy Cooper, Atsushi Kitagawa.