

6 – Il sonoro cinematografico

La natura del suono

Il suono nasce dalla vibrazione di corpi elastici, e, analogamente, si propaga attraverso la vibrazione delle particelle di materia; si diffonde nei solidi, nei liquidi, nell'aria ma non nel vuoto. Il gesto di suonare uno strumento musicale o di dare fiato alle corde vocali (ma anche quello di far funzionare l'altoparlante di un Hi-Fi) provoca delle onde oscillatorie nel mezzo di trasmissione, le quali, raggiungendo l'orecchio, ne fanno vibrare la membrana sensibile del timpano. Il segnale viene quindi inviato al cervello che lo traduce nella nostra percezione del suono.

Il suono si propaga nell'aria per mezzo di onde intervallate, una di compressione e una di rarefazione. Un'onda sonora è dunque formata da una semionda compressa e da una semionda rarefatta. In un mezzo omogeneo l'onda acustica si propaga con velocità uguale in ogni direzione (onda sferica). Ogni suono presenta delle proprietà che lo caratterizzano e permettono di distinguere un effetto acustico dall'altro. Ciascun suono è definito da:

altezza (frequenza)

intensità (potenza o pressione sonora)

timbro (qualità)

ALTEZZA

Il numero delle vibrazioni compiute nell'unità temporale definisce la frequenza dell'onda sonora, che si misura in Hertz (Hz). A valori di frequenza bassi corrispondono suoni "di basso", a valori alti invece corrispondono suoni viepiù acuti, cioè alti.

La gamma delle frequenze udite dall'orecchio umano va da un minimo di circa 16 - 20 Hz ad un massimo di circa 20.000 Hz, con un'approssimazione che varia da persona a persona. Il punto percettivo ottimale si situa nell'intervallo che va dai 40 ai 5000 Hz, focalizzandosi attorno ai 1000 Hz.

Esistono però anche frequenze inferiori o superiori allo spettro udibile:

infrasuoni (ultrabassi): frequenze inferiori ai 16 Hz

16 Hz - 20.000 Hz: campo di udibilità

ultrasuoni: frequenze superiori ai 20.000 Hz

INTENSITA'

Per intensità si intende la maggiore o minore energia vibratoria che un suono trasporta al nostro orecchio, riferita all'unità di tempo. L'intensità corrisponde altresì all'ampiezza del moto oscillatorio.

L'intensità fisica effettiva dei suoni si misura in Decibel (Db). La potenza invece, ovvero ciò che normalmente chiamiamo il "volume" di un suono, viene espressa in Watt e si definisce come l'energia che attraversa in un secondo la superficie di 1 centimetro quadrato.

La percezione all'orecchio dell'intensità sonora, pur dipendendo dalla potenza del suono, non è proporzionale ad essa in maniera lineare; in altre parole, a variazioni di intensità sonora di grossa entità corrispondono variazioni ristrette nella sensazione di forza che un suono ci dà.

TIMBRO

Se due strumenti musicali diversi, poniamo un flauto e un violino, emettono due suoni caratterizzati dalla medesima intensità e dalla stessa frequenza, noi siamo in grado lo stesso di distinguere qualitativamente le due diverse "voci" degli strumenti.

Ciò che varia è la terza proprietà dei suoni, cioè il timbro. Non approfondiremo oltre questa proprietà. Diremo solo che dipende dal numero e dalla qualità delle frequenze che accompagnano la nota fondamentale del suono e che riguarda il modo di vibrare dei corpi elastici che generano l'onda. Ciò che varia nella timbrica è, in sostanza, la forma dell'onda che viene prodotta.

In questo tipo di rappresentazione del suono (detta rapp. secondo l'asse del tempo), la linea orizzontale rappresenta il trascorrere del tempo, e questo criterio è particolarmente appropriato perché ogni processo sonoro ha sempre una sua durata nel tempo. Sulla linea temporale, a segmento uguale corrisponde un uguale intervallo di tempo.

L'evento sonoro vero e proprio viene illustrato da una linea curva che si porta, alternativamente, al di sopra e al di sotto della linea temporale; le convessità superiori rappresentano la semionda di compressione, le concavità inferiori invece corrispondono alle semionde di rarefazione, così che un'onda intera è compresa nello spazio che va da cresta a cresta o da valle a valle. Nell'esempio 1 è illustrato un tipo di onda perfettamente sinusoidale (suono puro), ma la maggior parte dei suoni non ha uno schema così regolare, bensì una vaga approssimazione ad esso (esempio 2). Nello schema temporale, l'intensità risulta proporzionale alla distanza massima di ogni convessità o concavità (semionda) dall'asse del tempo; l'altezza è espressa invece dalla quantità di onde complete contenute in un segmento orizzontale del valore di 1 secondo. Il timbro, o tempra, è rappresentato dalla forma dell'onda.

Lettura sonora ottica analogica

La riproduzione del sonoro in ambito cinematografico non è, in linea di massima, diversa da tutti gli altri settori (cd audio, nastro magnetico etc). Per potere riprodurre il parlato e l'accompagnamento musicale di un film, il sonoro deve essere dapprima registrato e poi riprodotto. Fino a qualche decennio fa la pista sonora su pellicola poteva ancora essere

magnetica; oggi invece prevale la colonna sonora analogica ottica (per non parlare dei sistemi digitali).

La lettura ottica cinematografica consiste nel fatto che certe modulazioni di colore nero stampate in una zona apposita della pellicola (traccia o colonna sonora) vengono "lette", cioè trasformate, dapprima in proporzionali variazioni di intensità di corrente elettrica, poi, opportunamente amplificate, sono messe in grado di generare vibrazioni meccaniche, sempre commisurate ai valori iniziali, grazie all'impiego di un sistema di altoparlanti; quindi, si ottiene il suono. Questo tipo di lettura viene detto analogico perché è proprio la quantità di nero che, formando un sistema di variazioni continue, viene direttamente riportata a un sistema di modulazioni elettriche anch'esse continue. Il ciclo della riproduzione del sonoro ottico cinematografico si può così riassumere:

- colonna sonora
- testa sonora ottica
- preamplificatore e amplificatore
- sistema di diffusione (altoparlanti).

La colonna sonora

Nel sonoro ottico cinematografico, viene impressa sulla pellicola una banda longitudinale che può presentarsi più o meno annerita; l'annerimento riproduce in realtà una modulazione di intensità luminosa. Questa striscia prende il nome di colonna sonora, o banda, pista, traccia sonora; è larga 2,5 mm e si trova sulla destra della pellicola (quando l'emulsione è rivolta verso di noi), nello spazio compreso tra il fotogramma e la perforazione. La modulazione scura della colonna sonora viene fissata sulla pellicola mediante procedimenti che si dicono fotoacustici, standardizzata in modo da essere riprodotta a 24 fot/sec. Il sistema di modulazione oggi in uso è detto "ad area variabile" perché ciò che varia è la larghezza trasversale della traccia; se osserviamo una pellicola distesa in orizzontale, vedremo che le modulazioni della colonna sonora disegnano una sorta di grafico che non a caso ricalca la struttura del diagramma di rappresentazione sonora disegnato sulla linea temporale.

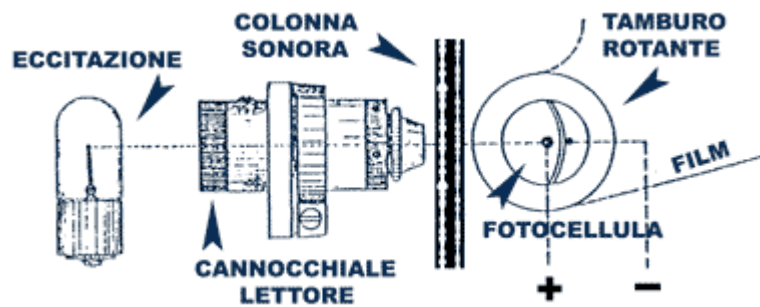
La colonna sonora può presentarsi come un'unica traccia oppure possono esserci due tracce, cioè due strisce nere verticali. Nei film mono può esserci una sola traccia audio; se sono due, il loro disegno apparirà identico. Il segnale mono, amplificato, viene inviato normalmente a una sola cassa acustica, posta al centro dietro allo schermo.

Nei film stereofonici le due tracce sono diverse perché ognuna riproduce due piste sonore completamente differenti; si nota che la struttura a diagramma di ognuna delle due disegna curve diverse e non corrispondenti.

La testa sonora ottica

Descriviamo qui la testa sonora ottica tradizionale, tenendo presente che sta gradatamente cedendo il passo al sistema di lettura a diodo led detto reverse scanning.

I componenti della testa sonora ottica sono: lampada eccitatrice, cannocchiale lettore, tamburo rotante, fotocellula.



LAMPADA DI ECCITAZIONE O ECCITATRICE

Si tratta di una apposita lampadina a filamento alimentata in C.C. a bassa tensione (8 - 12 V). E' montata su di un supporto fatto per mantenerla quanto più possibile nella posizione stabilita; sul corpo della lampada, un apposita concavità serve proprio ad assicurarla in sede. La luce di eccitazione è il principale mezzo di lettura del sonoro ottico analogico, e deve essere raccolta dal cannocchiale lettore.

CANNOCCHIALE LETTORE

E' una specie di vero e proprio cannocchiale in miniatura. Riceve la luce dalla lampada eccitatrice attraverso un oculare; la luce passa da una fenditura sull'altro capo e viene focalizzata, attraverso un piccolo obiettivo, in un segmento rettilineo, chiamato pennello luminoso, che va a cadere sulla colonna sonora della pellicola. E' possibile agire sull'obiettivo del cannocchiale per eseguire la perfetta "messa a fuoco" del pennello luminoso, ma è sconsigliabile toccarlo se proprio non è necessario. Il pennello bene a fuoco deve essere molto sottile, circa 0,03 mm, allo scopo di potere rilevare le variazioni più sottili nel disegno della colonna sonora. Contemporaneamente, il pennello deve cadere sulla superficie della pellicola formando un angolo di 90° (azimuth), valore che è possibile regolare, però grazie a tester opportuni.

TAMBURO ROTANTE

E' uno speciale rullo del proiettore sul quale scorre la pellicola, posto in corrispondenza della lampada eccitatrice e del cannocchiale lettore. Perché la colonna sonora possa essere letta bene, è importante che la pellicola che scorre sul tamburo proceda con moto continuo quanto più possibile uniforme e costante, e soprattutto che sia ben tesa. A questo scopo il tamburo può essere equipaggiato di un volano stabilizzatore del moto oppure di un dispositivo di compensazione (idraulico o meccanico). Se il tamburo non è ben stabilizzato, si manifesta un difetto nella riproduzione del suono che assomiglia ad un leggero trillo (flutter). Nella parte fissa del tamburo, all'altezza del pennello luminoso, vi è una fenditura attraverso la quale la luce della lampada eccitatrice penetra all'interno del grosso rullo del tamburo stesso.

FOTOCELLULA

Si trova proprio all'interno del tamburo rotante, e su di essa cadono le modulazioni luminose che si formano quando la luce della lampada eccitatrice attraversa le gradazioni cromatiche della colonna sonora.

La fotocellula è formata da un'ampolla di vetro all'interno della quale sono posizionati due elettrodi: l'uno funge da catodo e presenta una superficie metallica con uno strato di metallo alcalino (cesio, potassio); l'altro elettrodo è genericamente metallico e agisce da anodo. La fotocellula funziona in base al cosiddetto fenomeno fotoelettrico, legato alla proprietà di alcuni metalli alcalini di emettere elettroni quando vengono investiti da radiazioni luminose. L'emissione di elettroni è commisurata in modo proporzionale all'intensità della luce che colpisce la fotocellula. La fotocellula traduce dunque le variazioni di luce in correnti fotoelettriche modulate; i due elettrodi, uscendo dal bulbo di vetro, vengono collegati con un circuito elettronico che funziona da preamplificatore.

Reverse - scanning

Questo sistema di lettura ottica analogica sta via via soppiantando la tradizionale fotocellula.

La differenza sta nel fatto che il sistema reverse - scanning, detto anche a diodo rosso, sfrutta la luce rossa emessa da un diodo led, fornendo risultati che, per quanto riguarda la dinamica sonora, sono paragonabili ai sistemi digitali. Il sistema reverse - scanning è, come dice il nome, strutturato a rovescio rispetto alla testa sonora tradizionale: la sorgente di luce si trova all'interno del tamburo rotante, mentre la cellula di lettura è alloggiata nella scatola che normalmente contiene la lampada eccitatrice.

Preamplificazione e amplificazione

Il segnale in uscita dalla cellula fotoelettrica o dal reverse - scanning è debole, e non può essere trasportato lontano senza che subisca perdite e decadimenti. Il segnale viene dapprima "irrobustito" grazie a un processo detto di preamplificazione, che porta l'instabile segnale a un'intensità sufficiente per scongiurare perdite o distorsioni prima della fase vera e propria di amplificazione.

Dal punto di vista elettrico il compito del preamplificatore è di amplificare le tensioni prodotte fino ai livelli richiesti per pilotare le sezioni di potenza, cioè fornire una corrente adeguata per far funzionare gli amplificatori finali. Fin qui si è fatto riferimento alla preamplificazione del segnale analogico, ma, bisogna precisare, della sezione preamplificatrice fa parte, ove presente, la circuitazione per la decodifica del segnale digitale: partendo dal più semplice standard DOLBY A fino agli attuali SR-D DTS e SDDS, in questo stadio avviene la decodifica e la conversione digitale-analogica del segnale immagazzinato nelle varie tracce audio digitali della pellicola (o nei dischetti del DTS). Il segnale a questo punto, suddiviso nei vari canali principali, degli effetti e delle basse frequenze, può essere inviato allo stadio finale e da questo ai diffusori per giungere finalmente alle nostre orecchie.

AMPLIFICAZIONE

L'amplificazione vera e propria viene trattata da apparecchi chiamati finali di potenza o anche amplificatori, i quali potenziano il segnale per la diffusione nella sala cinematografica. L'amplificatore rende letteralmente più ampie le onde (intensità).

L'amplificatore di potenza, o finale è tradizionalmente considerato come il "cuore" dell'impianto sonoro. La principale ragione d'essere degli amplificatori è che il segnale generato dalle sorgenti non ha potenza sufficiente a pilotare direttamente gli altoparlanti; si richiede perciò un dispositivo che incrementi l'ampiezza del segnale (in tensione, cioè Volt) fornendogli nel contempo

adeguata energia (erogazione di corrente, in ampere). Anticipiamo che il segnale elettrico potenziato dagli amplificatori dovrà essere emesso dai sistemi di altoparlanti sotto forma di onde sonore; questo processo avviene perché la corrente impegna, negli altoparlanti, delle membrane le quali, seguendo il segnale audio dell'amplificatore, creano delle onde sonore. Il fatto che si parli di potenza per i finali, significa che l'energia prodotta ha lo scopo di muovere dei dispositivi elettromeccanici dalla superficie piuttosto estesa. Questa energia viene espressa in watt. I requisiti dell'amplificatore variano enormemente a seconda di ciò che si trova a monte e a valle di esso. Per riprodurre a livelli realistici un pieno orchestrale o un effetto particolarmente dinamico di un film in un ambiente cinematografico, occorre un sistema che in termini di tensione e corrente sia generoso per poter pilotare adeguatamente i diffusori. La potenza da erogare cresce con il volume ed il coefficiente di assorbimento della sala cinematografica, mentre diminuisce all'aumentare del rendimento degli altoparlanti. Occorre poi verificare che tali potenze siano inferiori a quelle che i diffusori possono sopportare in regime istantaneo o "dinamico" (massima potenza di picco o transitoria): un evento sonoro repentino di particolare violenza (una deflagrazione, un colpo di piatti o di grancassa) modifica improvvisamente l'ampiezza del segnale portando l'energia dell'amplificatore a dei livelli molto alti, prossimi ai valori che provocherebbero la rottura della membrana dell'altoparlante. Per questo motivo è necessario che, tra la potenza di uscita dell'amplificatore e quella sopportata dalla membrana, vi sia una certa tolleranza. Nei cinema, dove gli effetti audio hanno via via conquistato un ruolo sempre più importante nello spettacolo cinematografico, il sistema sonoro è importantissimo ai fini di riprodurre in modo più realistico lo spettacolo.

La diffusione e gli altoparlanti

Il segnale letto dalla testa sonora, una volta amplificato, deve infine essere riconvertito in energia sonora: questo avviene grazie ai diffusori, i cosiddetti altoparlanti o "casse". Dal punto di vista funzionale, gli altoparlanti sono sistemi elettromeccanici, la cui struttura fondamentale consiste di un magnete e una bobina. La bobina, composta da una serie di spire di cavo metallico, è situata tra i poli di un magnete potente e permanente, e si trova perciò completamente circondata da un campo magnetico. La bobina è collegata, mediante due cavetti di rame, all'amplificatore, il quale, durante la riproduzione, genera una certa tensione sulla bobina. L'interazione tra il campo magnetico del diffusore e quello generato dalla tensione sulla bobina causa dei movimenti o vibrazioni nella bobina stessa e in una struttura a cono in materiale rigido fissato ad una sua estremità. Le vibrazioni del cono avvengono in conformità col segnale audio dell'amplificatore, e determinano il formarsi di onde sonore.

Esistono altoparlanti di varie forme e dimensioni, realizzati con materiali diversi, e infatti un ruolo non marginale nella qualità della riproduzione del suono, lo svolge anche la "cassa", ovvero il contenitore che racchiude i coni, il quale crea una certa risonanza anche grazie all'aria o materiale fonoassorbente che può contenere.

Bisogna anche considerare che, nel momento in cui un cono riproduce un suono, compie una serie di movimenti velocissimi in due direzioni, verso l'interno e verso l'esterno, il che produce due distinte onde sonore, che devono risultare in fase tra loro perché non si perda parte del segnale sonoro. La struttura del mobile (cassa) deve dunque avere caratteristiche tali da ovviare a questo problema. In base al sistema utilizzato, si distinguono perciò due principali famiglie di casse:

Sospensione acustica o pneumatica: gli altoparlanti sono montati su un mobile completamente sigillato, e presentano un bordo gommato verso l'esterno. In queste casse non aperte, l'aria all'interno svolge una funzione importante nella riproduzione del suono. L'aria contenuta nella struttura stagna forza il cono a ritornare nella posizione di partenza durante ogni vibrazione, ottenendo così un alto controllo sull'altoparlante. All'interno può esservi anche del materiale fonoassorbente.

Bass Reflex o casse aperte, hanno un'apertura, di solito sul pannello anteriore, detta condotto di accordo, il quale permette di mettere in accordo, cioè in fase, i due segnali audio, in modo che risultino sommati e quindi recuperando una certa potenza di emissione.

Un singolo altoparlante, però, proprio per via delle sue caratteristiche costruttive, difficilmente riesce a riprodurre fedelmente e con qualità l'intera gamma di suono udibile, da 20 a 20.000 Hertz. Il segnale sonoro viene di solito distribuito ad un insieme di altoparlanti, ciascuno con diverse caratteristiche e quindi specializzato a riprodurre una determinata gamma di frequenze.

Nello stesso mobile o "cassa" potranno trovarsi, perciò, diversi tipi di coni ciascuno atto a riprodurre una porzione dello spettro udibile, e il loro insieme rende perciò la riproduzione dell'intera estensione dello spettro udibile. La porzione di segnale che va a ciascun altoparlante dipende da un circuito detto crossover e varia in funzione della progettazione del sistema: non esistono standard o parametri fissi. Il segnale audio è dunque, di solito, suddiviso in due gamme o vie (alte + basse) o tre (alte + medie + basse), le quali determinano il tipo di diffusore atto a riprodurli:

toni alti	altoparlante: tweeter
toni medi	altoparlante: mid-range
toni bassi	altoparlante: woofer

Incrociando opportunamente alcune frequenze riprodotte dagli altoparlanti a due vie, è possibile riprodurre correttamente anche la gamma media (porzione di frequenze interessata dalla voce) senza dover impiegare un ulteriore altoparlante dedicato.

Il cono del woofer è il tipo di sistema o altoparlante più grosso, e lavora con la maggiore percentuale di segnale acustico; ciò vuole anche dire che la vibrazione sarà determinata da onde più lunghe (basse) e il suo spostamento spaziale avrà un'escursione maggiore rispetto agli altri altoparlanti per le frequenze più alte.

Il Subwoofer

In aggiunta ai sistemi di altoparlanti, all'interno di una sala cinematografica viene inserito un diffusore supplementare atto a riprodurre la porzione di frequenze situate all'estremità inferiore della gamma udibile, i cosiddetti ultrabassi. Il subwoofer riproduce essenzialmente le frequenze ultrasoniche comprese nell'intervallo che va da 15 Hertz a 200 Hertz. L'utilizzo di questo sistema fa sì che la riproduzione complessiva del sonoro di un film acquisti un maggiore impatto emozionale per lo spettatore, in quanto le onde emesse dal subwoofer sono solo in parte sonore, mentre vengono percepite sottoforma di corpose vibrazioni nell'ambiente. Il coinvolgimento è garantito, se pensiamo a film d'azione con esplosioni ed altri effetti speciali.

Direzionalità

In linea teorica ogni altoparlante dovrebbe diffondere i suoni in tutte le direzioni, per qualsiasi frequenza, come se fosse al centro di un'ideale sfera. Non tutte le frequenze, però, hanno la stessa caratteristica di dispersione: più alta è la frequenza da riprodurre, maggiore sarà la direzionalità, ovvero il fenomeno per cui il suono viene localizzato dall'ascoltatore in un determinato punto della sala. Soltanto le frequenze basse e ultrabasse non sono localizzabili nell'ambiente, ecco perchè le casse dei subwoofer possono essere installate in qualsiasi punto dello schermo rispetto ai diffusori principali, preposti alla riproduzione del dialogo, i quali devono corrispondere spazialmente alla scena che si sta svolgendo sullo schermo (attore che parla da un punto preciso sullo schermo, rumori di strada etc..).

Specifiche tecniche

Le prestazioni degli altoparlanti vengono sintetizzate da alcuni parametri indicati dal costruttore:

- **Risposta in frequenza:** indica la gamma di frequenze che il diffusore è in grado di riprodurre. Solitamente il valore è indicato in 20/20.000 Hertz. Per il subwoofer sarà indicata la porzione di frequenza minima e massima che può riprodurre, per esempio: 15/200 Hertz.
- **Impedenza:** è una resistenza che caratterizza il comportamento elettromeccanico degli altoparlanti, e determina la maggiore o minore facilità a lasciarsi attraversare da una corrente. L'impedenza solitamente è compresa tra 4 e 8 Ohm. Si tratta di un valore nominale poichè subisce modifiche al variare della frequenza. Più l'impedenza decresce, più il lavoro dell'amplificatore sarà gravoso.
- **Efficienza:** indica il livello della pressione acustica che l'altoparlante è in grado di fornire con un Watt alla frequenza campione di 400 Hertz. In definitiva, si tratta del rapporto che esiste tra segnale in ingresso e in uscita, quindi maggiore è quello in ingresso, maggiore è quello in uscita. Si tratta di un valore relativo, che non può dare indicazioni assolute sulla resa acustica, ma comunque dà una indicazione della potenza necessaria per pilotare un determinato sistema di diffusori: una cassa poco efficiente richiede potenze maggiori.
Certe case costruttrici indicano non l'efficienza, bensì la sensibilità, cioè il livello di segnale necessario per produrre una certa pressione a un metro.

Il Crossover

Abbiamo visto che molto difficilmente un singolo altoparlante sarà in grado di riprodurre l'intera gamma sonora udibile, da 20 a 20.000 Hertz; il circuito che svolge la funzione di suddividere il segnale in due o più porzioni per inviarlo a diffusori differenti è, appunto, il crossover. I componenti del circuito intervengono in certa misura sul segnale, che è di natura elettrica, e lo "correggono" ottimizzandolo in funzione della riproduzione del suono. Il crossover può essere passivo o attivo; quello passivo è contenuto all'interno del diffusore, calcolato specificamente per esso. Il crossover attivo invece si presenta normalmente sottoforma di un apparecchio elettronico indipendente, inserito nel contesto del rack che contiene il preamplificatore e i finali di potenza. Il crossover attivo serve per ottimizzare il segnale sonoro in funzione della riproduzione tramite un diffusore, ma la differenza rispetto a quello passivo sta nel fatto che i controlli (manopole e levette) del crossover attivo permettono di scegliere con estrema precisione le frequenze in cui il segnale principale deve

essere suddiviso, il che permette di ottimizzarle regolando in maniera più aderente all'interazione tra altoparlante e ambiente.

Biamplicazione e triamplicazione

Un sistema audio che utilizzi crossover passivi, interni ai diffusori, segue uno schema sempre simile: il segnale letto dalla testa lettrice o altro apparecchio (cd, dvd) viene preamplificato, amplificato e poi inviato al diffusore, dove il crossover passivo si preoccupa di dividere il segnale, inviando per esempio le basse al woofer e le alte al tweeter; ogni altoparlante riceverà solo la gamma di frequenze di propria competenza. In questo sistema, esemplificato nella figura della "configurazione monoamplificata", al finale o amplificatore è affidato un compito ingente, quello di amplificare l'intera gamma da 20 a 20.000 Hertz. Il principio della biamplicazione, o ancor meglio della triamplicazione, che utilizza crossover attivi, segue uno schema diverso, il cui risultato è l'ottenimento di un sonoro in genere di migliore qualità.

Biamplicazione: il segnale ottenuto dal preamplificatore viene diviso e amplificato da una serie di finali di potenza o amplificatori indipendenti, ognuno dei quali pilota un altoparlante diverso, nella fattispecie, uno per la gamma bassa e uno per la gamma alta. I singoli finali si occupano perciò di amplificare una gamma di frequenze minore dell'intera banda udibile, lavorando meno, meglio e in maniera più specifica su una porzione di suono. Anche il crossover attivo, che si trova a monte dei finali, lavora meglio perché riceve il segnale del preamplificatore, che è più debole e più semplice da elaborare rispetto al segnale dei finali di potenza. Inoltre, i finali di potenza possono essere scelti in base a potenze differenti, per esempio alla gamma bassa (che richiede potenze maggiori in quanto, pilotando i diffusori, muove più aria) possono essere riservati due finali da 100 Watt, mentre a quella alta possono essere dedicati due finali da 30 Watt. I sistemi di altoparlanti possono essere così scelti in maniera più adeguata alle necessità di ascolto.

Triamplicazione: come illustra la figura, il sistema è analogo a quello della biamplicazione, ma tarato su una triplice e maggiormente raffinata suddivisione della gamma in alte, medie e basse frequenze.

Suono stereo e nascita del Dolby

I primi tentativi di stereofonia applicata al cinema furono fatti nel 1935 affiancando alla proiezione la riproduzione sonora stereofonica proveniente da un disco vinilico sincronizzato con la pellicola. A questo sistema seguì un esperimento della Walt Disney con il "Fantasound", dove il suono era registrato su una pellicola separata con 4 piste ottiche, tre delle quali dedicate agli altoparlanti dietro lo schermo e una quarta per il controllo del sincronismo e della dinamica. Questo esperimento purtroppo risultò eccessivamente costoso per essere adottato stabilmente. Venne in seguito sperimentato il Cinerama, che aveva come caratteristica la proiezione su un grandissimo schermo con tre proiettori puntati su tre schermi separati e che utilizzava una colonna magnetica separata a 7 piste la quale scorreva in sincrono con le tre pellicole della scena. Delle 7 piste, 5 erano destinate ai 5 altoparlanti dietro lo schermo e 2 per il suono ambiente, separato per il lato sinistro e per quello destro. Anche questo sistema si rivelò troppo complesso e costoso per una larga diffusione, vuoi per il fatto che i cinema dovevano equipaggiarsi di tutta l'attrezzatura, tra cui anche un lettore magnetico, vuoi anche per via dell'inconveniente che caratterizzava le copie

(distacco delle piste magnetiche). Si sperimentò allora un nuovo sistema che mantenne l'immagine panoramica del Cinemascope, rubando una piccolissima porzione per fare posto a una colonna sonora ottica, però non più stereofonica.

IL SISTEMA DOLBY A

Il Dolby A fu il primo sistema di riproduzione di una colonna sonora ottica stereofonica dovuto a Ray Dolby, creatore di un diffusissimo ed efficiente sistema di riduzione del rumore di fondo. La colonna ottica presenta due tracce, su ognuna delle quali è codificato un segnale che invia il suono a tre diffusori (sinistro, centrale, destro, indicati con le sigle: L,C,R) collocati dietro lo schermo e ad una serie di altoparlanti che circondano l'ambiente per dare il surround. La divisione delle due tracce ottiche in quattro distinti canali avviene nel seguente modo: se le due tracce sono eguali il suono va tutto all'altoparlante centrale, se sono diverse ogni traccia va al corrispondente canale sinistro o destro, se in controfase tra loro il segnale viene inviato al surround. Il sistema Dolby A viene indicato tecnicamente con la nomenclatura 4.0 che si riferisce ai suoi 4 canali. I vari canali sono indicati con le sigle: L, C, R, S.

Il Dolby SR

Il Dolby SR nasce da un ulteriore sviluppo del sistema di base Dolby A, attraverso migliorie e aggiunte ai circuiti dei processori. La dicitura SR, "Spectral Recording", indica che la riproduzione copre tutto lo spettro delle frequenze audio. Rispetto al Dolby A, per godere di questo allargamento dello spettro, è necessaria la presenza di un quarto altoparlante speciale collocato dietro lo schermo corrispondente a un quinto canale denominato "subwoofer", e all'aggiunta di diffusori surround posteriori per ampliare la base sonora degli effetti. Il sistema Dolby SR viene indicato tecnicamente con la nomenclatura 4.1 che si riferisce ai suoi 4 canali + subwoofer. I vari canali sono indicati con le sigle: L, C, R, S, SW.

Il Dolby Digital

Il sistema Dolby Digital rappresenta un'ulteriore evoluzione qualitativa nel campo della riproduzione sonora cinematografica, poichè con esso si è passati da un tipo di sonoro analogico ad uno digitale. Questo tipo di sonoro è indicato con la sigla Dolby SR - D, dove la D sta appunto per digitale. E' un sistema compatibile in quanto, accanto alla colonna sonora stereofonica classica, esiste una registrazione digitale, cosicchè lo stesso film può essere letto sia da un rilevatore digitale che da uno analogico. Si usa infatti lasciare entrambi i lettori analogico e digitale accesi durante la proiezione in modo che quello analogico subentri in caso di perdita di segnale da parte di quello digitale.

La traccia digitale trova posto sottoforma di pacchetti di dati tra una perforazione e l'altra. Il segnale si trova così compresso e codificato in modo da potere essere decodificato da un processore analogo a quello del computer; il sistema si basa, a tutti gli effetti, sulla decodifica di informazioni binarie ricavate dal processore mediante la lettura di segnali in pixel bianchi e neri, stampati sulla pellicola. La lettura avviene tramite uno speciale lettore a stato solido (CCD) capace di leggere 500 puntini su ogni riga. La decodifica avviene a 8 bit. Il decodificatore provvede a dividere il suono in 6 distinti canali con un'elevatissima dinamica (105 dB): 3 per gli altoparlanti dietro lo schermo, 1 per

il subwoofer e 2 per avere la separazione del surround in suoni diversi per il lato destro e quello sinistro, di modo che vengano realizzati nuovi effetti sonori. Il sistema Dolby SR-D viene indicato tecnicamente con la nomenclatura 5.1 che si riferisce ai suoi 5 canali + subwoofer.

Il Dolby Digital Ex

Con il film Star Wars - Episode I è stato aggiunto al sistema SR-D un ulteriore canale, il settimo, chiamato "Back Surround", nella figura indicato con la dicitura "surround B".

Il sistema Dolby SR-D EX viene indicato tecnicamente con la nomenclatura 6.1 che si riferisce ai suoi 6 canali + subwoofer, ovvero:

L	=		left
C	=		center
R	=		right
LS	=	left	surround
RS	=	right	surround
BS	=	back	surround

S = subwoofer

Sony SDDS

Anche questo è un sistema di decodifica sonora di tipo digitale, nato sull'onda del successo del Dolby Digital; in effetti, è un sistema alternativo ad esso. Necessita, come il Dolby Digital, di un apparecchio decodificatore diviso in una testa di lettura e un processore specifici. La sigla SDDS sta per Sony Dynamic Digital Sound; la traccia sonora del SDDS si trova anch'essa sulla pellicola, nella parte esterna tra la perforazione e il bordo, ripetuta su entrambi i lati della pellicola. Poichè il bordo esterno è una parte del film che si danneggia facilmente, il lavoro del processore consiste nel confrontare continuamente la traccia destra con quella sinistra per ricavare i migliori dati riproducibili.

Il sistema digitale SDDS è il più completo in quanto a dinamica e risposta poichè la decodifica avviene a 16 bit, e, inoltre, prevede più canali rispetto agli altri sistemi Dolby Digital e DTS. Vi sono infatti due casse retroschermo in più, due canali chiamati rispettivamente "middle center left" e "middle center right" per rendere più ricchi e variegati gli effetti sonori spaziali riferiti all'inquadratura della scena. Questo particolare indica come questo sistema digitale sia più adatto ai grandi schermi. Il sistema SDDS viene indicato tecnicamente con la nomenclatura 7.1 che si riferisce ai suoi 7 canali + subwoofer, ovvero:

L	=		left
MCL	=	middle	center
C	=		center
MCR	=	middle	center
R	=		right
LS	=	left	surround
RS	=	right	surround

S = subwoofer

Altro sistema di decodifica sonora di tipo digitale, prodotto dalla major americana Universal. Consiste nella riproduzione sonora da CD-ROM sincronizzata ad una traccia chiamata "Timecode" stampata sulla pellicola a lato della colonna sonora, che viene letta da un lettore particolare che invia i dati di sincronismo a un lettore CD-ROM esterno. Quest'ultimo decodifica il segnale

audio del CD-ROM inviandolo agli amplificatori. L'intera colonna sonora di un film può essere contenuta in uno, due o tre CD-ROM, a seconda della lunghezza del film, quindi il segnale digitale è notevolmente compresso. La qualità di riproduzione ha tutte le caratteristiche positive della registrazione digitale e una dinamica che supera i 93 dB. Per contro, il sistema DTS risulta poco adatto alla riproduzione del parlato perchè le frequenze armoniche nei dialoghi risultano lievemente distorte e sovramodulate. La divisione dei canali in questo sistema ricalca quella del Dolby Digital, anche nella sua versione più evoluta DTS-ES, omologa al sistema EX.

Parleremo perciò, anche per il DTS, di un sistema 5.1, o 6.1 per la variante ES.

THX

Il marchio THX non si riferisce ad un sistema di lettura o decodifica audio, ma consiste piuttosto in una serie di parametri qualitativi dell'impianto, della conformazione della sala e anche della proiezione sullo schermo.

La certificazione THX è rilasciata dalla Lucasfilm allorchè un impianto cinematografico viene costruito in base ai suoi dettami, in seguito ad un'ispezione da parte di uno dei suoi tecnici. La certificazione THX è molto costosa e va rinnovata ogni anno perchè il locale possa esporre il marchio THX.

La certificazione prevede l'uso di solo materiale THX o approvato dalla casa: una particolare disposizione degli altoparlanti in sala, la costruzione di un "muro del suono" in cartongesso dietro lo schermo, rivestito di materiale acusticamente neutro per consentire un guadagno di 10 decibel sulla separazione stereofonica. Vi è anche un crossover creato dalla casa madre, a taratura fissa. La proiezione deve poi avere una luminosità di 16 footlambert al centro e 14 nei lati.
