

STUDIO  
SOUND  
SERVICE

ACUSTICA ARCHITETTONICA  
PER AMBIENTI CHIUSI, TEATRI,  
AUDITORIUM E GRANDI EVENTI.

SAIE - IFSARTS - SCOSA - AES

venerdì 19-10-12

# L'evoluzione dei sistemi d'ascolto

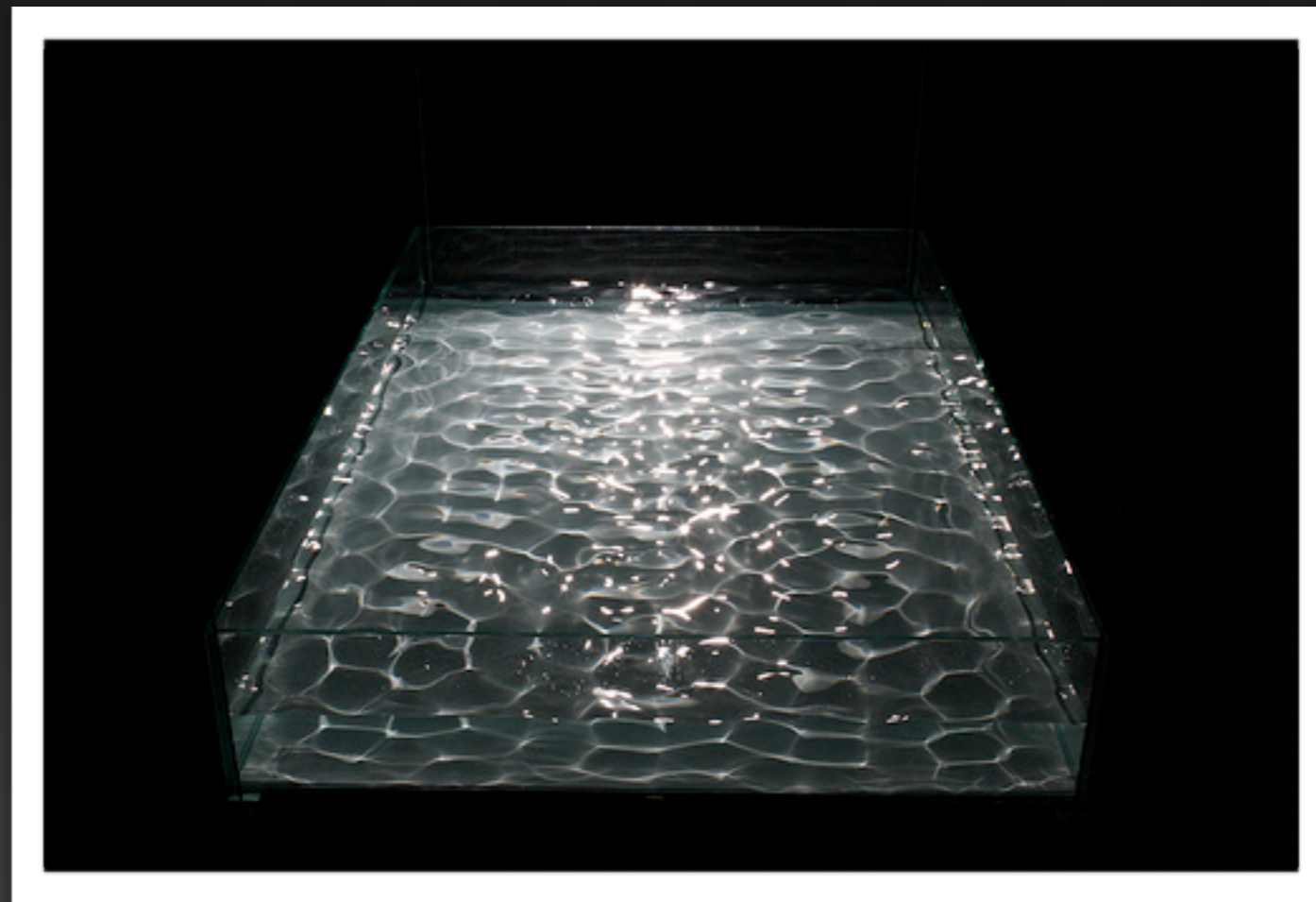
dott. Donato Masci - Studio Sound Service s.a.s.

[donatomasci@gmail.com](mailto:donatomasci@gmail.com)

# Schema della presentazione

1. Introduzione: propagazione del suono multicanale
2. L'evoluzione dell'audio multicanale
3. Le normative ITU/AES dell'audio multicanale
4. La scelta di un sistema: moda, mercato e filosofia
5. Conclusioni e riflessioni finali

# I. Introduzione: Propagazione del suono multicanale



# Il Fenomeno Sonoro



Sorgente

1



Mezzo

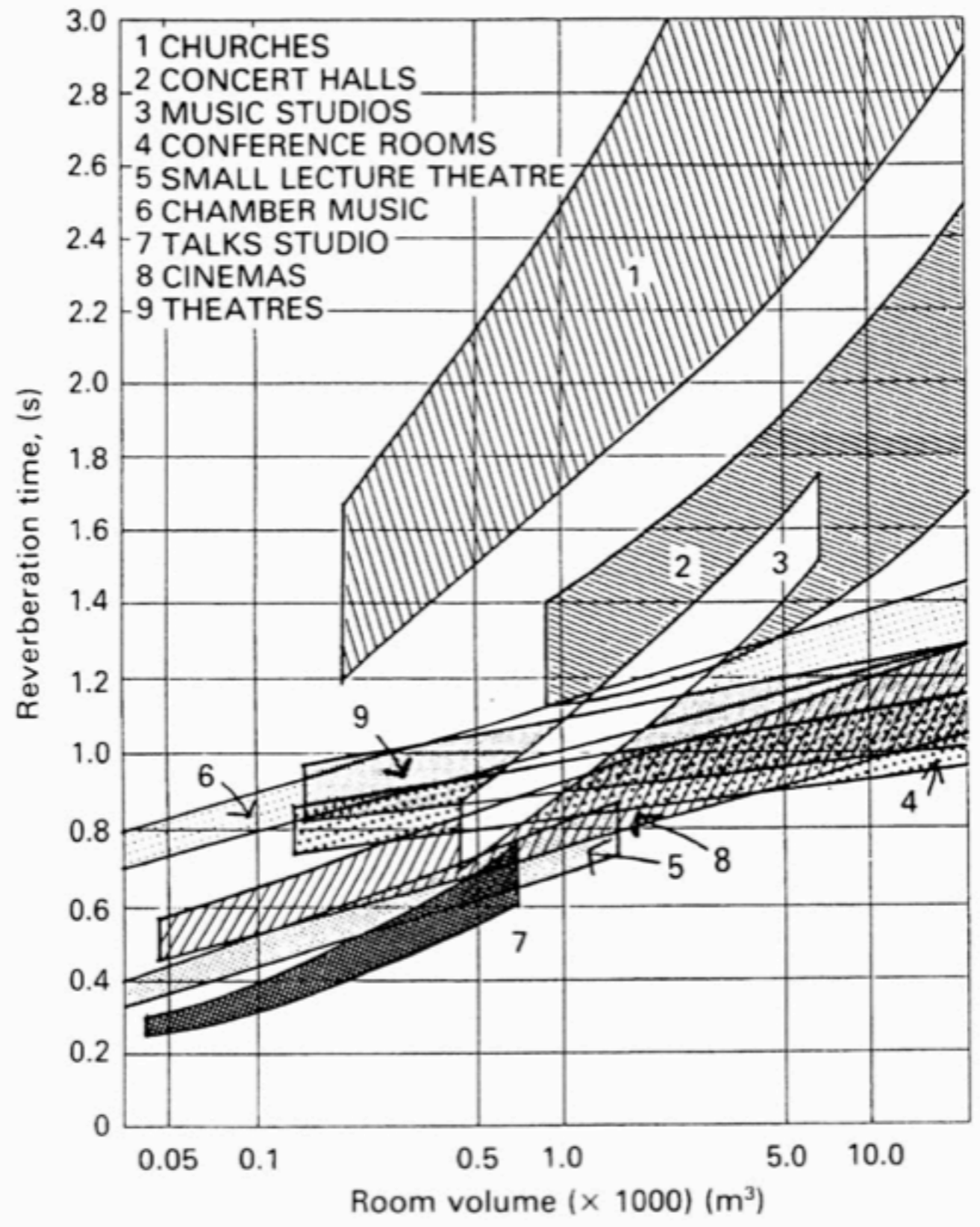
(zona di trasmissione)

2

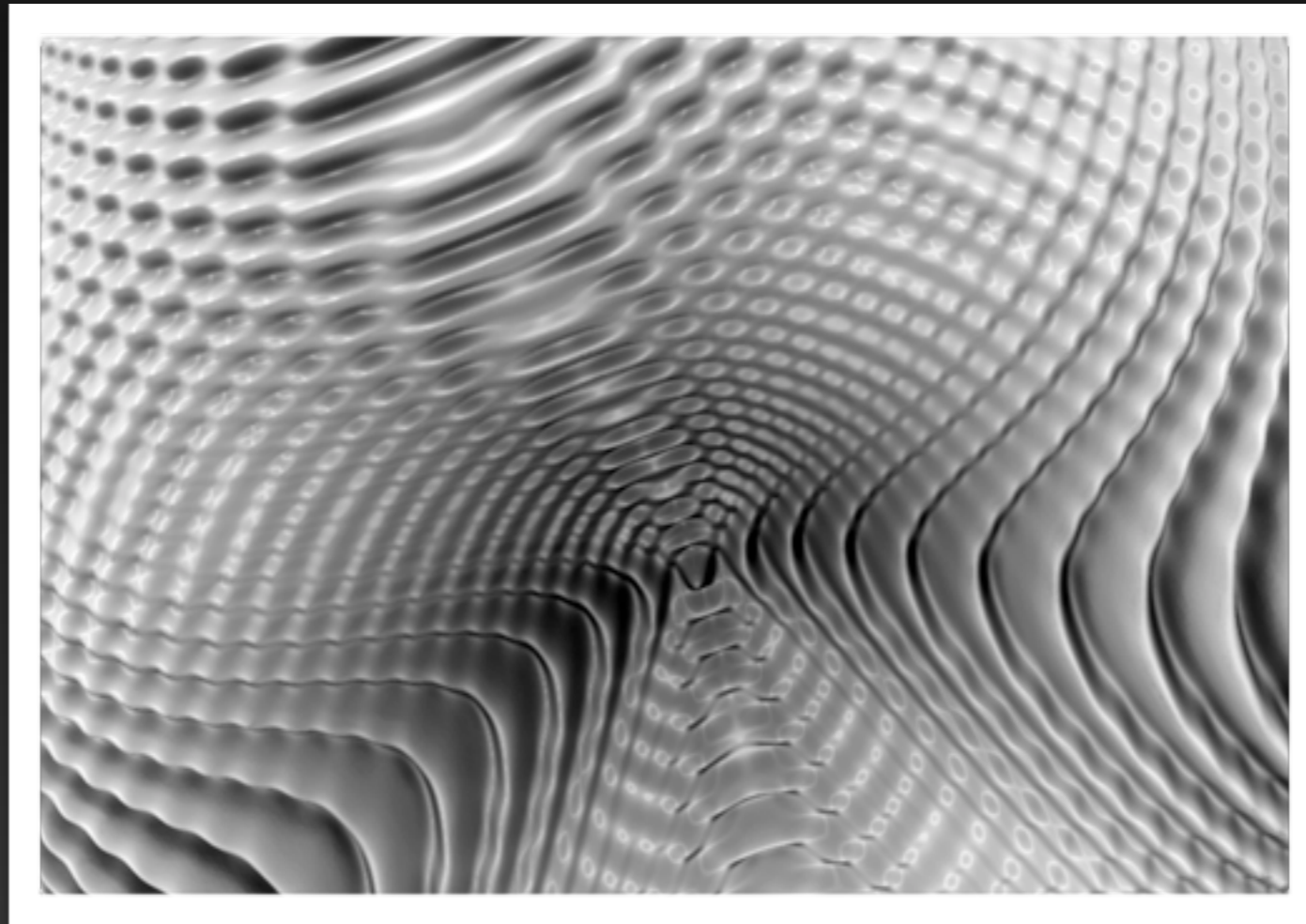


Ascoltatore

3

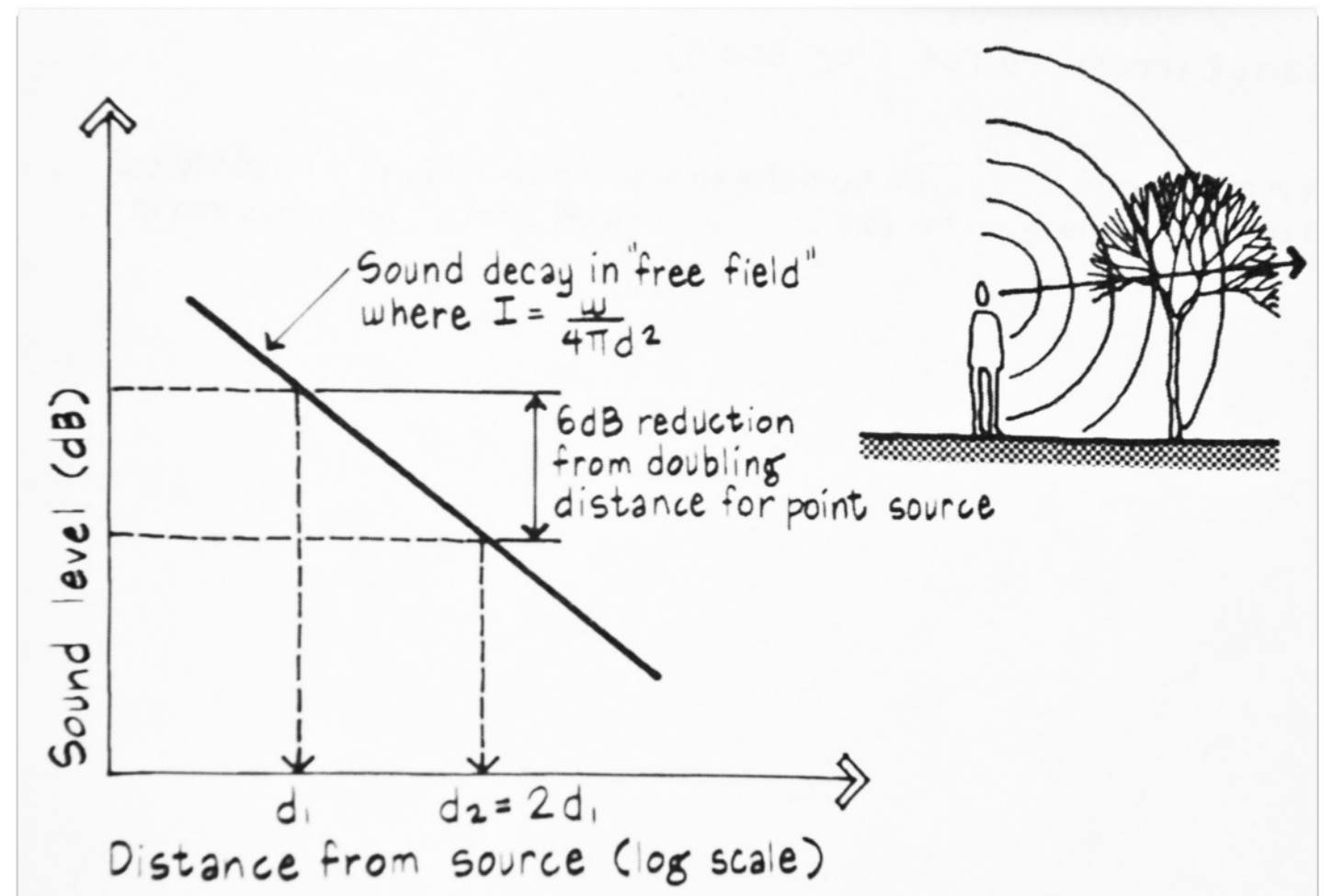


# Propagazione del suono



# Attenuazione del suono con la distanza in campo libero

In *campo libero* il suono decade di 6 dB per ogni raddoppio della distanza.



# Relazioni tra livelli sonori

Ambiente esterno, campo libero

Sorgente Generica  $L_p \cong L_W - 10 \log \frac{400}{\rho c} - 10 \log S$

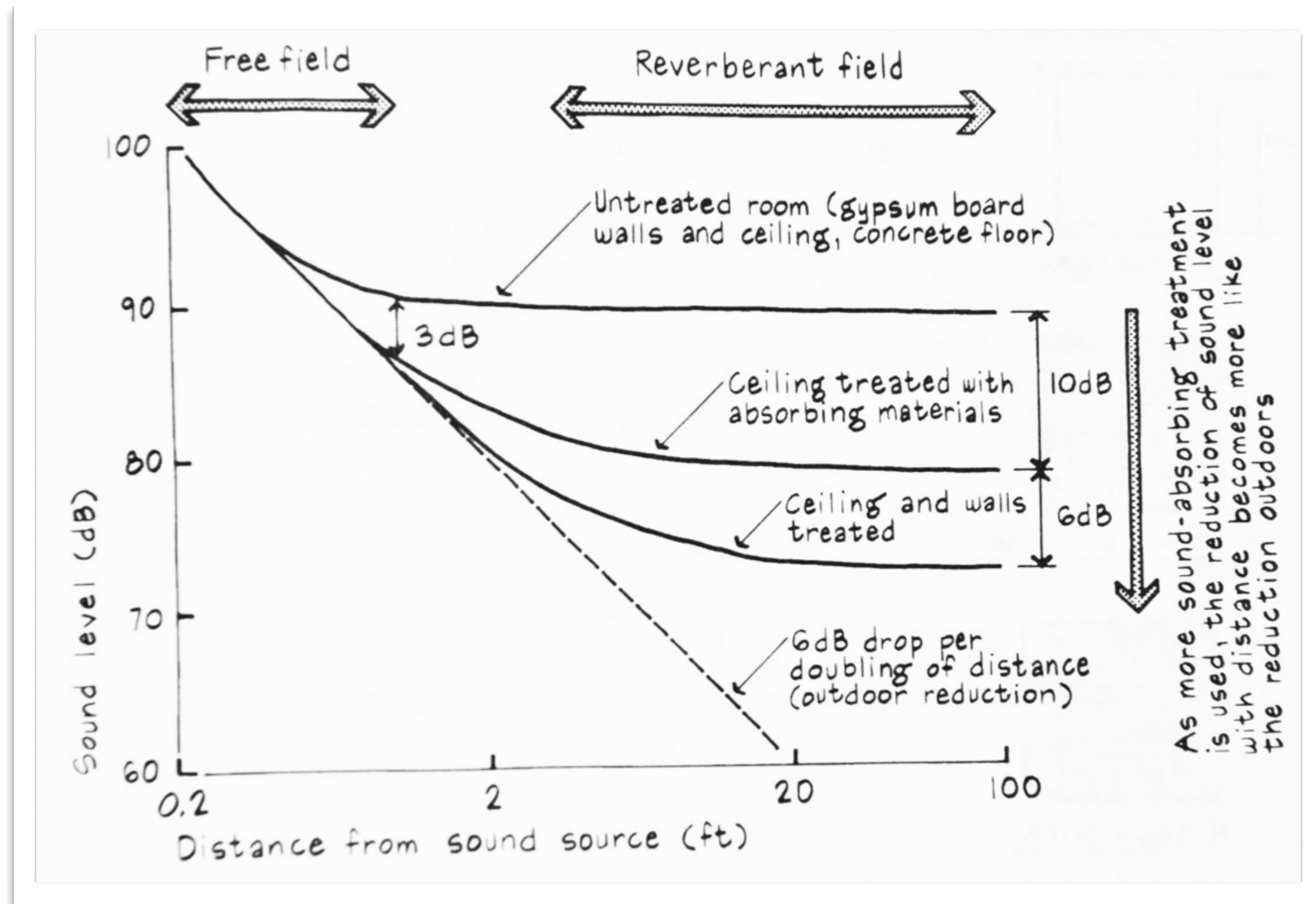
Sorgente Sferica  $L_p \cong L_W - 10 \log \frac{400}{\rho c} - 20 \log r - 11$

(con approssimazione di campo lontano, ossia:)

$$r > \frac{10}{2\pi} \lambda \approx 1.6 \lambda$$



# Attenuazione del suono con la distanza in un ambiente chiuso



Il decadimento del suono in un ambiente chiuso dipende dalle proprietà *assorbenti*, *riflettenti* e *diffondenti* delle superfici che lo costituiscono.  
(muri, pavimenti pareti, oggetti, persone etc)

# Relazioni tra livelli sonori

## Ambiente chiuso

Campo riverberante

$$L_p \cong L_W + 10 \log \frac{4}{A}$$

Campo semiriverberante

$$L_p \cong L_W + 10 \log \left( \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

dove

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} = 10 \log \frac{1}{\alpha - \delta} = \frac{\bar{\alpha} \cdot S}{1 - \bar{\alpha}} = \frac{S \cdot A}{S - A}$$

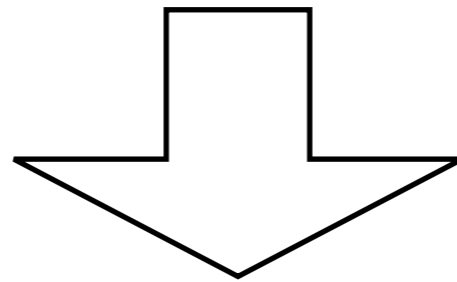
e

$Q$  è il fattore direttività della sorgente  
per sorgenti omnidirezionali è 1

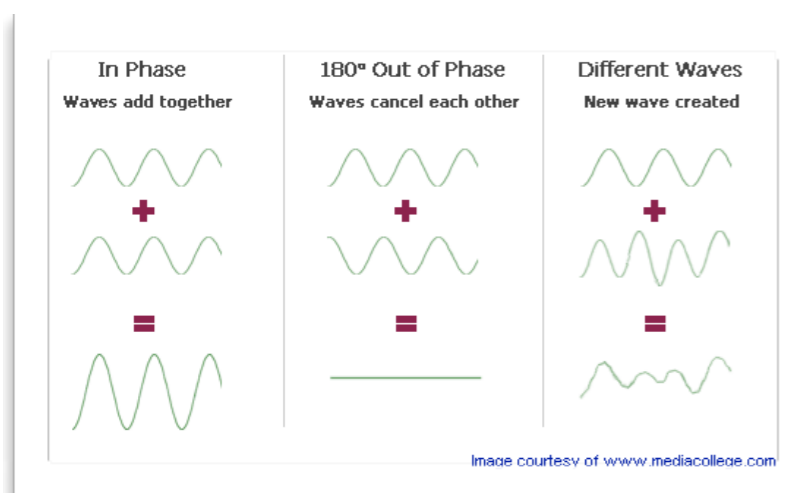
Se l'ambiente chiuso è  
riverberante il livello di  
pressione sonora è  
(con buona approssimazione)  
lo stesso in tutti i punti.  
( $L_p$  non dipende da  $r$ )

# Onde Acustiche

Il suono è un fenomeno di tipo ondulatorio



è soggetto ai tipici comportamenti ondulatori:



Riflessione  
Rifrazione  
Diffrazione  
Interferenza



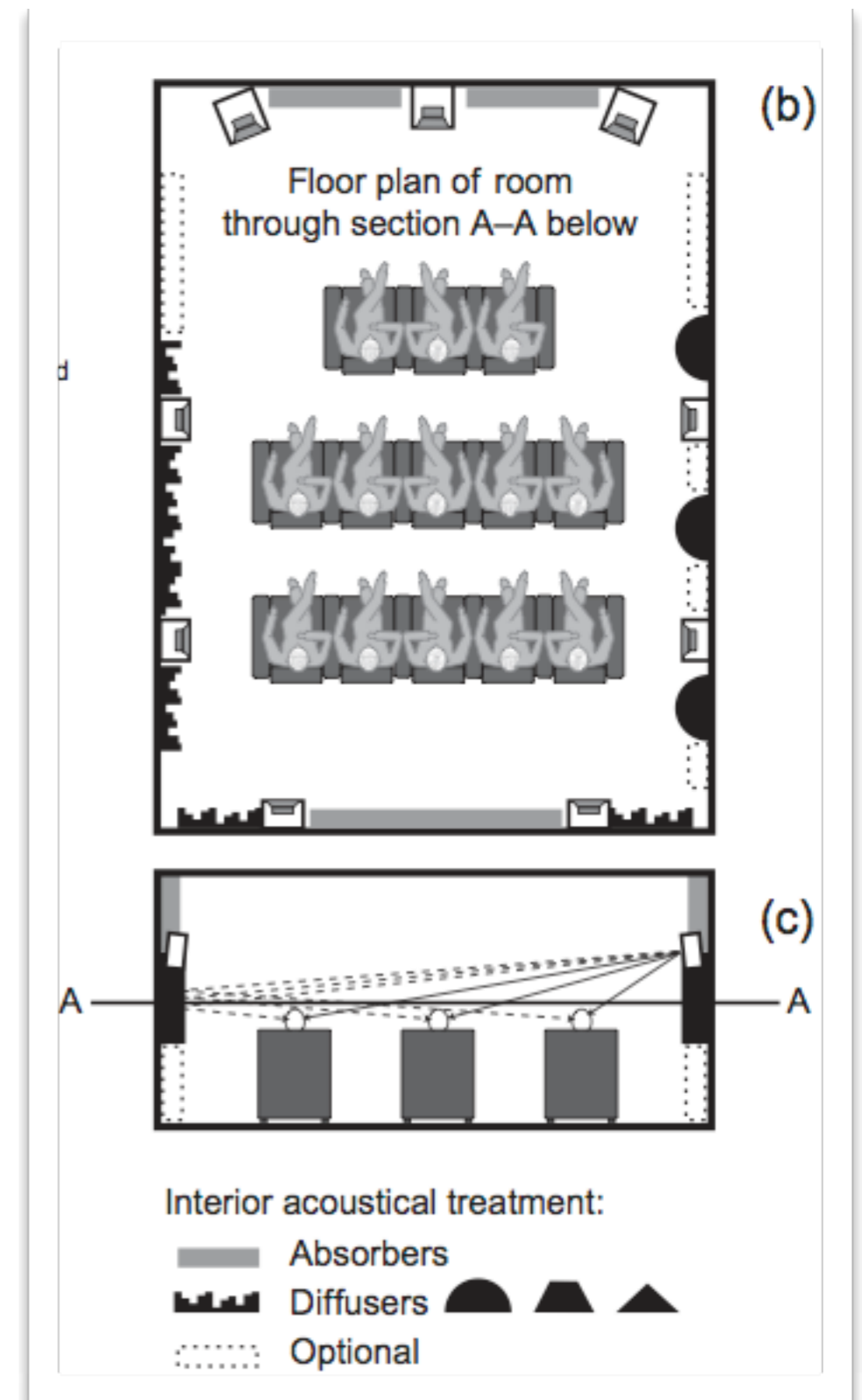
Una sorgente sonora non è  
quindi più che sufficiente?

In effetti, se l'ambiente in cui emettiamo suono non è acusticamente “neutro”  
*(lungo tempo di riverberazione e colorazione del suono)*  
il risultato con più sorgenti è pessimo.

Non appena andiamo a fare un po' di correzione acustica in un ambiente, percepiremo molto meglio la direzionalità della sorgente.

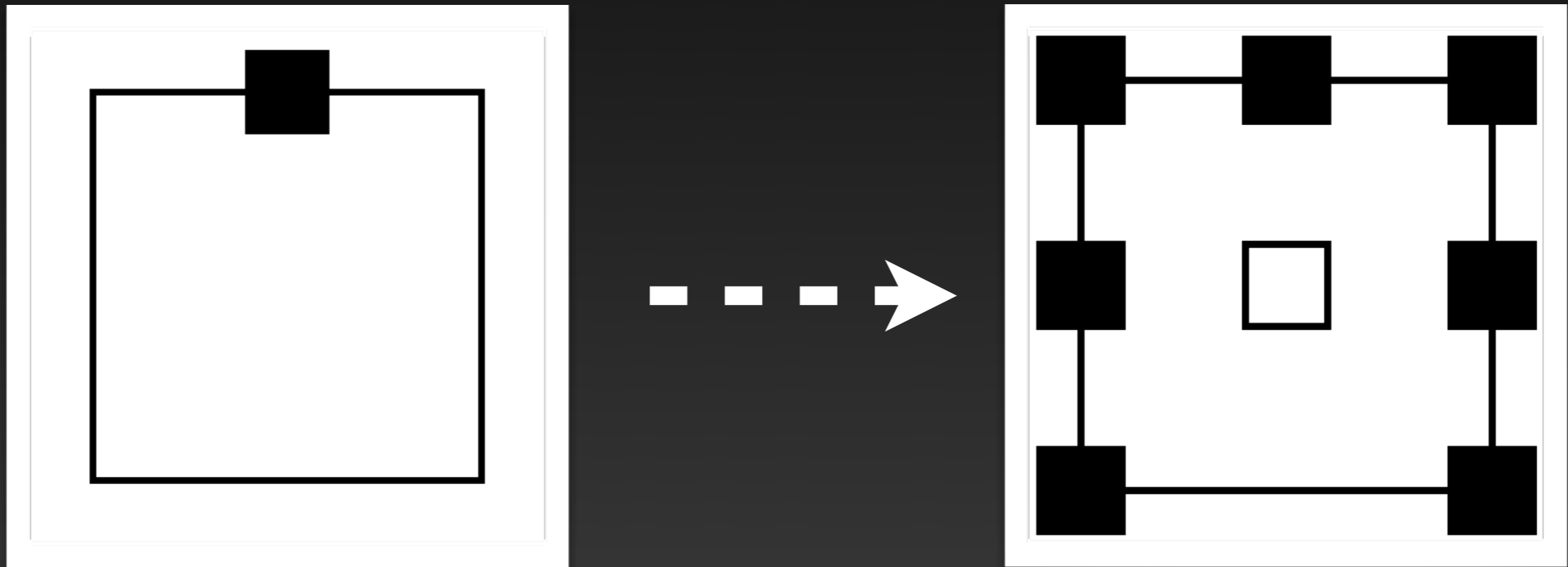
Da qui viene la voglia di aumentare le sorgenti (in questo ambiente trattato), per poter aumentare la spazialità mantenendo però la precisione della localizzazione, la definizione del suono e l'intelligibilità.

Ecco che qui hanno ragione di esistere i sistemi multicanale.





# 2. L'evoluzione dell'audio multicanale



# Evoluzione: acustica vs tecnologia

## Parametri Temporal

- 1890 Sabine:**
- Legge di Sabine
  - Tempo di Riverberazione RT60

## Parametri Energetici

- 1962 Beranek:**
- Music, Acoustics and Architecture, questionario in sale da concerto
  - Nuovi parametri acustici (ITDG, Loudness, RT (EDT, caratteristiche in frequenza della riverberazione etc) C80, C50, D50)

## Parametri di Intelligibilità Parametri di Spazialità e "inviluppo"

- 1971 Houtgast e Steeneken:**
- Intelligibilità del parlato
  - STI (poi RaSTI, STIPA)

- 1971 Barron:**
- Impresione spaziale, sensazione di "inviluppo"
  - SCC

- 1972 Damaske e Ando:**
- soggettività della diffusione e direzione della sorgente sonora
  - IACC, TIACC

- 1977 Ando e Kageyama:**
- preferenze soggettive in relazione a fattori fisici binaurali
  - IACC, ITDG

- 1983-1997 Sato, Mori, Ando e Cocchi, Farina e Rocco:**
- preferenza soggettiva rispetto a 4 parametri "ortogonali" del campo acustico
  - Listening level, ITDG, IACC, TIACC

1890

1960

1970

1980

1990

AM Radio  
Electrical Phonographs

Reel to Reel

Primo stereo

Dolby Cassettes

AM/FM/Phono

44.1/16 Digital CD

Dolby Surround, THX  
70mm & IMAX

MP3, AC3, DTS 96/24  
DVD-A, SACD

5.1 compressed  
digital system

**1886 Tainter & Bell:**  
Invenzione del grammofono  
(registrazione su disco)

**1948 Introduzione vinile 12"**

**1971 microprocessore CPU**

**1949 AMPEX 300**

**1978 Sony**  
Walkman

**1992 Sony**  
MiniDisc (MD)

**1901 Prima trasmissione radio transatlantica**

**1954 Prima radio a transistor portatile**

**1952 Registratore 8-tracce**

**1982 Commodore**  
Commodore 64

**1995 DVD**

**1914 Ford "T"**  
Prima Autoradio

**1956 RegISTRAZIONI a nastro STEREO**

**1982 Sony & Philips**  
Compact Disc (CD)

**1997 MP3**  
Popolarità del formato compresso MP3

**1904 Marconi:**  
Breveto radio

**1958 Primo LP STEREO**

**1985 IXI**  
Primo player audio digitale

**1999 Napster**  
mp3 peer-to-peer sharing

**1926 John Logie Baird**  
Invenzione della Televisione

**1962 Philips**  
Compact Cassette Tape

**1933 Armstrong**  
Invenzione dell'FM

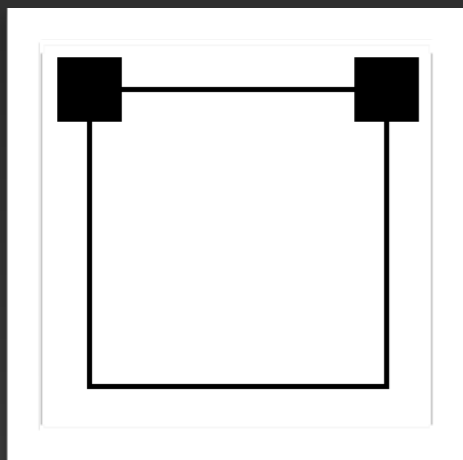
**1967 TV Color in UK**

**1936 Magnetophone**  
Primo registratore a nastro magnetico

**1969 Dolby-B noise reduction**

**2001 Apple**  
iPod

# Stereo



# Il suono stereofonico

## DIVISIONE DEL SUONO IN 2 CANALI

Rispetto all'ascolto mono, anche se non è totalmente realistico, l'ascolto stereofonico restituisce all'ascoltatore il corretto posizionamento spaziale delle sorgenti sul palco.

## Come viene mixato il suono tra L ed R? CREATIVITA' vs STANDARDS

*...mixaggi di elementi mono panpottati, oppure registrati in stereo, a/b x/y etc...*

## CREAZIONE DEL CENTRO MONO "PHANTOM"

*...ad esempio per la voce principale, il basso, la cassa della batteria etc...*

# Limiti della stereofonia

Il suono stereofonico fu velocemente adottato nel mondo consumer già negli anni '50 - '60, ma ha i suoi limiti.

**1. EFFETTO PING-PONG:** si enfatizza troppo nel mix la differenza tra i canali L ed R senza lasciare il centro mono nel canale centrale phantom.

**2. AMBIENTE?:** il suono stereo è più realistico ma non restituisce tutte le informazioni necessarie per capire l'ambiente e l'acustica della sala. La sensazione è quella di avere un "muro di suono" proveniente dal davanti, che trascura il naturale ritorno delle riflessioni del muro sul retro o altri elementi acustici.

**3. STEREO SEAT:** discrepanza di ascolto tra un posto e un altro in un ambiente: "sistema antisociale".

# Binaurale



# Tecnologia Binaurale

Non è un sistema “multicanale” ma in effetti appartiene al gruppo delle tecnologie per la spazializzazione del suono, ed è mirata a convogliare verso l’ascoltatore l’illusione di sorgenti sonore collocate nello spazio.

In realtà è la più vicina a quella di un ascolto reale.

La registrazione binaurale (ovvero: a due orecchi) è un metodo di registrazione tridimensionale del suono che ha il fine di ottimizzare la registrazione per l'ascolto in cuffia della stessa, riproducendo il più fedelmente possibile le percezioni acustiche di un ascoltatore situato nell'ambiente originario di ripresa dell'evento sonoro, mantenendone le caratteristiche direzionali a 360° sferici.

**PERO’... BISOGNA RIASCOLTARE CON LE CUFFIE!!!**

*...basta un po’ di riverberazione d’ambiente per cambiare totalmente il risultato:*

*l’ascolto con casse acustiche tende facilmente a confondere il senso di spazialità dovuto alla separazione dei canali apportata dalla testa artificiale...*

# Pro

**Spazialità:** da numerosi esperimenti è emerso che la sensazione e la coscienza della spazialità è sicuramente superiore e più “aperta” di quella di una registrazione AB.

**Localizzazione:** l’individuazione delle sorgenti nello spazio è, al peggio, uguale a quella di una registrazione AB.

**Timbro:** il timbro della sorgente risulterebbe non particolarmente deteriorato con la tecnica binaurale o ibrida, ma potrebbero apparire filtri a pettine alle alte frequenze per la sintesi binaurale.

**Gradevolezza complessiva:** le tecniche binaurali vengono apprezzate statisticamente dagli ascoltatori-test allo stesso livello di quelle AB e ibride, ciò è legato probabilmente al fatto che una migliore percezione della spazialità compensa eventuali deterioramenti timbrici.

# Contro

**Registrazione** con Dummy Head presenta molti problemi:

non è adatta per il riascolto con le casse.

*Ciò è stato in parte risolto da Neumann che ha equalizzato i microfoni del Dummy Head per campo diffuso, anche se molti dicono che si manifesta ancora una perdita di “presenza”.*

**Registrazione in Studio:** le tecniche di registrazione musicali moderne (POP) prevedono l’utilizzo di più microfoni e posti in prossimità della sorgente, questo sembrerebbe essere un ostacolo per il binaurale.

*Con la **sintesi binaurale** si dovrebbe riuscire a limitare questo problema, ma vengono fuori altri problemi.*



# Ma perchè allora, nell'epoca dell'iPod, la tecnica binaurale non prende piede definitivamente?

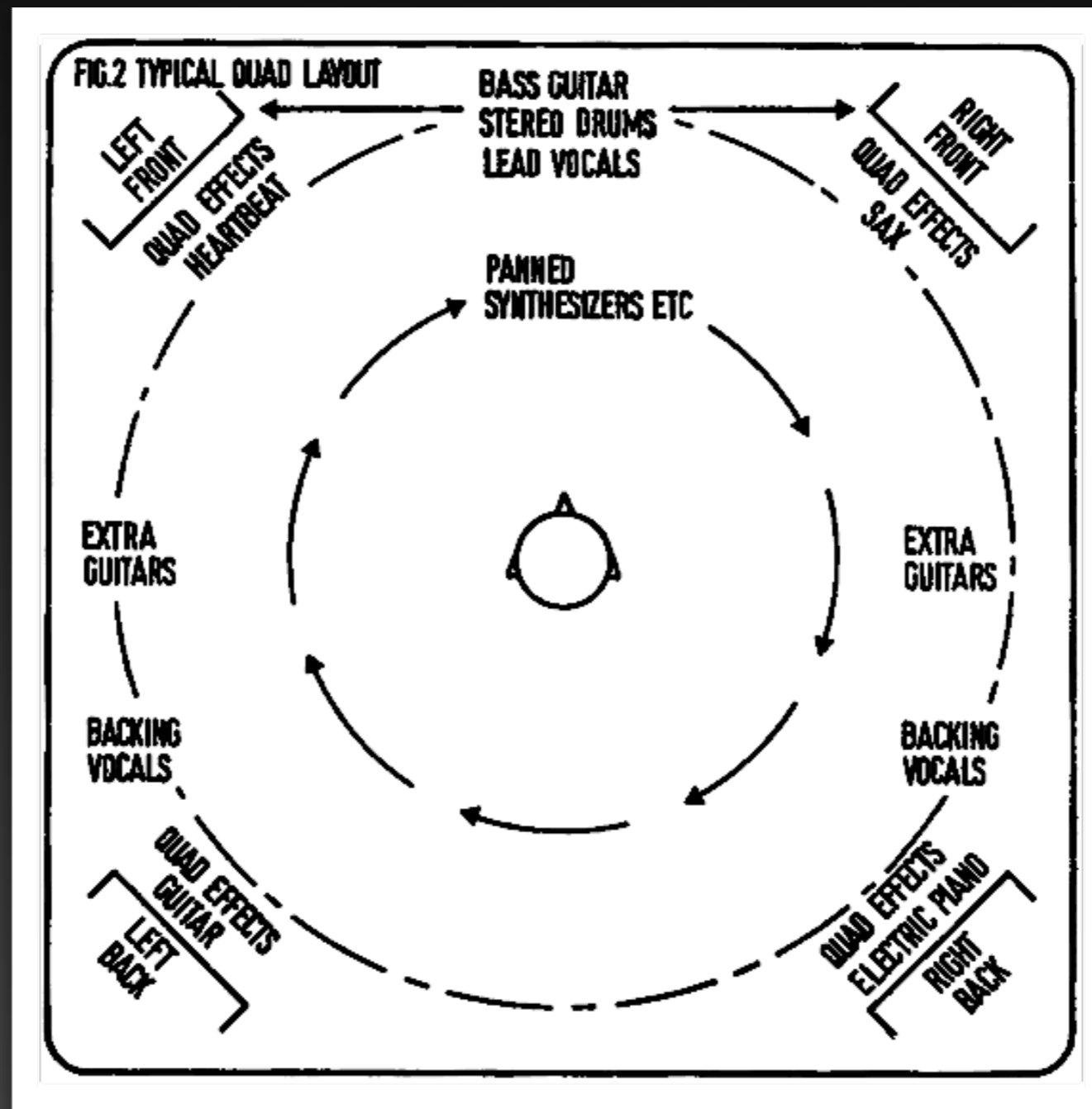
Forse c'è bisogno di un mercato specifico di “ascoltatori binaurali” per vendere le versioni binaurali di un disco?

Forse nella produzione musicale è ormai usato troppo pesantemente l'espedito di registrare sorgenti sonore in modo quasi anecoico, da minimizzare l'effetto della spazialità naturale, per poi ricreare gli ambienti in postproduzione?

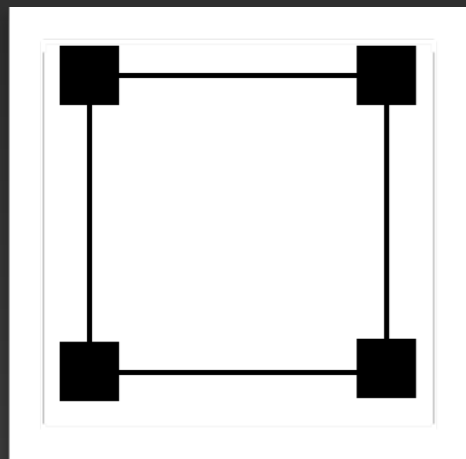
Forse l'unico problema è che basterebbe cominciare ad introdurre pian piano le tecniche binaurali nelle registrazioni, anche in modalità ibrida accostate a microfoni tradizionali, e solo per inesperienza o tradizione non si fa?

Forse in effetti c'è ancora qualche problema nel riascolto di una registrazione binaurale in un impianto stereo tradizionale?

# Quadrifonia



dark side of the moon  
quad setup



# Il suono quadrafonico

## DIVISIONE DEL SUONO IN 4 CANALI

Alla fine degli anni '60 e all'inizio dei '70 ci fu un grande fermento nel trovare soluzioni alle mancanze della stereofonia: nacquero il Four Channel Discrete e il Quadraphonic Sound.

Come viene mixato il suono tra L ed R e surround?

## CREATIVITA' vs STANDARDS

*...anche qui dipende molto dalla ripresa del suono.*

*Si comincia a "giocare" posizionando gli effetti nei canali surround ricreando così la spazialità...*

SI COMINCIA A RICREARE LA SENSAZIONE DI  
SPAZIALITA' DELL'AMBIENTE

*... ma il "vecchio" centro mono che fine fa?*

# Problemi con Four-Channel Discrete

1. **COSTO DEI SISTEMI:** questi sistemi avevano 4 canali identici tra loro ed erano molto costosi. Erano i tempi delle valvole...

2. **RIPRODUZIONE:** era possibile nel broadcast (due stazioni FM per ogni coppia di segnali: ovviamente c'era bisogno di due sintonizzatori per riceverle) e i supporti a 4 canali su bobina (Reel-to-Reel) che erano molto costosi.

I vinili non potevano riprodurlo.

# Quadraphonic

*Un approccio più realistico al surround*

## INTRODUZIONE DI UNA MATRICE DI CODIFICA DEI 4 CANALI DI INFORMAZIONE NEI DUE CANALI DI REGISTRAZIONE

Risultato pratico: l'ambiente e gli effetti sonori possono essere inseriti in una registrazione a 2 canali che potevano essere recuperati da una normale puntina da dischi e passavano attraverso un decoder Quadraphonic.

## IN POCHE PAROLE: QUAD ERA IL PRECURSORE DELL'ODIERNO DOLBY SURROUND

# Problemi con Quad

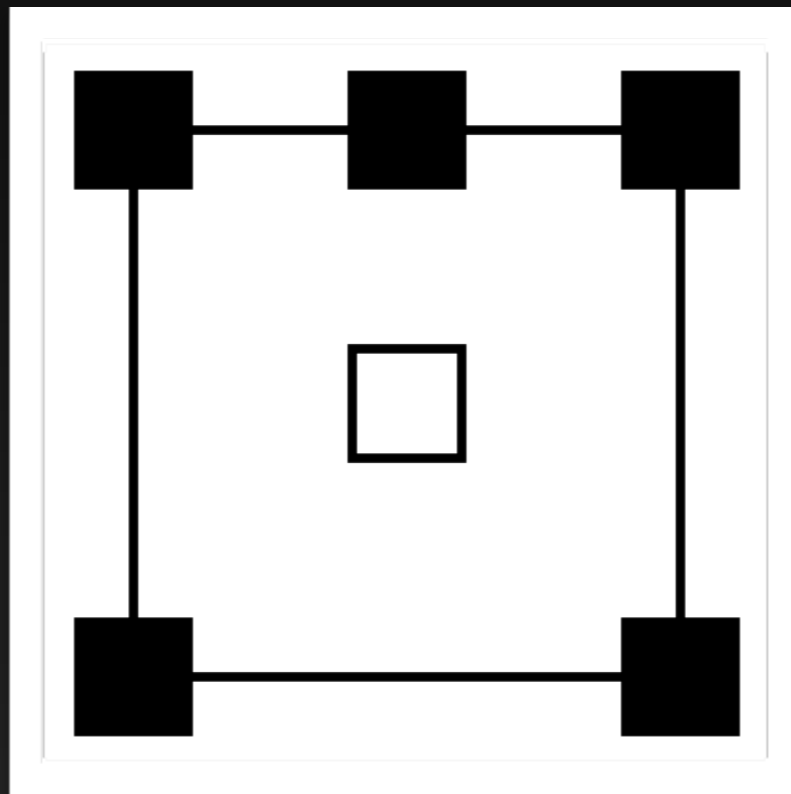
**1. COSTO DEI SISTEMI:** anche se erano meno cari dei sistemi a quattro canali discreti, i requisiti per comprare nuovi amplificatori, altri speakers fecero perdere consenso tra i costruttori. Quad praticamente morì prima di affermarsi.

## **2. PROBLEMI PSICOACUSTICI:**

a) **STEREO SEAT** (sistema “antisociale”): mancanza del canale centrale.

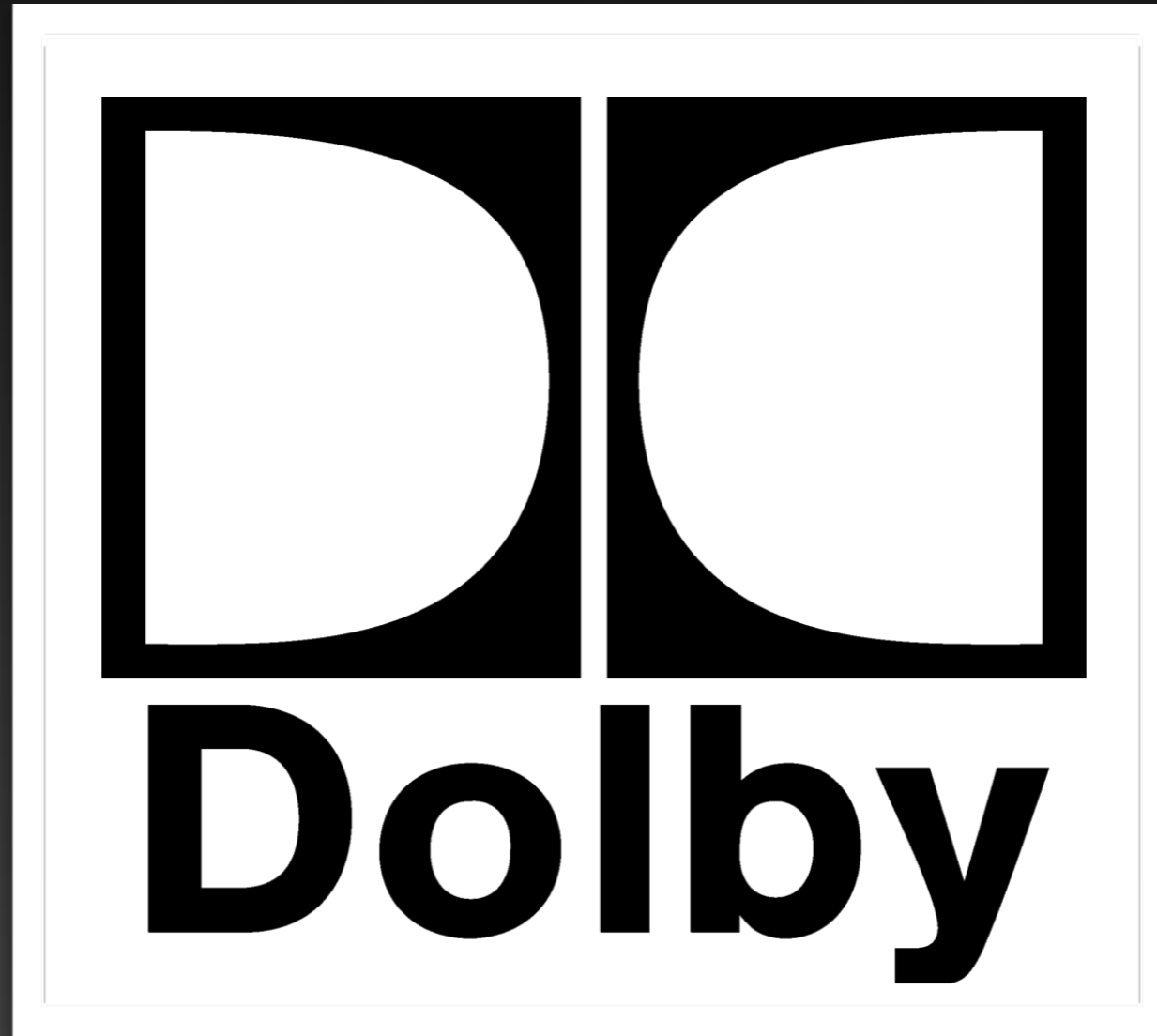
b) Si è rilevato sperimentalmente che piazzare canali addizionali posti simmetricamente dietro all’ascoltatore non è la condizione migliore per generare “involuppo” e senso di spazialità. Piazzarli più ai lati è meglio (Nakayama 1971).

# Multichannel audio



# Standards:

## Dolby, DTS, Audyssey, SRS





# L'emergenza del Dolby Surround

A metà degli anni '70 i laboratori della Dolby dopo l'uscita di film come "Tommy", "Star Wars" e "Incontri ravvicinati del terzo tipo" svelavano un nuovo sistema surround che era più facilmente adottabile ad un utilizzo "home".

Con l'avvento dei sistemi HiFi Stereo VCR e Stereo TV Broadcasting negli anni 1980 c'era un motivo addizionale per cui il grande pubblico avrebbe accettato il suono in surround:  
**I'HOME THEATER.**

# Dolby Surround: pratico per l'home

ABILITA' DI CODIFICA DELLE STESSE INFORMAZIONI  
SURROUND IN DUE CANALI CHE ERANO  
CODIFICATI NEL FILM ORIGINALE:

i costruttori di software e hardware furono più incentivati a  
fare migliori sistemi surround.

SI TROVARONO SUL MERCATO PROCESSORI DOLBY  
SURROUND DA AGGIUNGERE AI SISTEMI STEREO.



La sua caratteristica principale, che ne ha decretato un vasto successo negli anni novanta del XX secolo, è che, analogamente all'audio Dolby Stereo, si presenta come audio stereofonico.

L'audio Dolby Surround è implementato codificando il canale anteriore centrale e il canale posteriore nei canali anteriore sinistro e anteriore destro mantenendoli riproducibili come canali stereofonici.

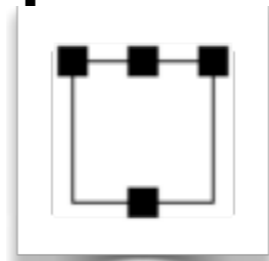
Si presenta infatti come audio stereofonico riproducibile come audio Dolby Surround attraverso l'apposito decoder oppure, nell'eventualità che non si disponga di tale decoder, riproducibile come audio stereofonico o anche monofonico visto che a sua volta l'audio stereofonico è riproducibile come audio monofonico.

Questa caratteristica è quella che ha decretato il successo dell'audio Dolby Surround in quanto tutti gli standard di registrazione o di trasmissione dell'audio stereofonico, sia esso analogico o digitale, sono automaticamente compatibili con il Dolby Surround. Chi non vuole dotarsi di impianto di riproduzione audio compatibile con l'audio Dolby Surround può comunque riprodurlo con un impianto compatibile soltanto con l'audio stereofonico o anche soltanto compatibile con l'audio monofonico.

A differenza dei moderni standard di audio multicanale che prevedono una risposta in frequenza uguale per tutti i canali audio eccetto che per il canale LFE, l'audio Dolby Surround prevede per il canale posteriore una risposta in frequenza limitata da 100Hz a 7kHz. Il canale posteriore dell'audio Dolby Surround è un canale audio destinato prevalentemente alla riproduzione di effetti d'ambiente.

# Dolby Surround Basics

In pratica...



nei FILM:

L e R: suono principale, colonna sonora

C (phantom channel): dialoghi

R: sound FX, ambiente, riverberazione, sensazione del suono di muoversi da dietro ad avanti etc

nella MUSICA:

L e R: suono principale

C (phantom channel): voce principale

R: acustica dell'ambiente, riverberazione etc

# Limiti del Dolby Surround

Anche il Dolby Surround ha i suoi limiti:

1. il canale sul retro non fornisce direzionalità precisa;
2. la separazione complessiva dei canali è molto inferiore a quella di una tipica registrazione stereofonica.



Il Dolby Pro Logic tentò di colmare le limitazioni dello standard Dolby Surround aggiungendo elementi hardware e un firmware nel chip decoder che enfatizzavano importanti dettagli di direzionalità in una soundtrack musicale.

In pratica il chip enfatizzava il suono direzionale aumentandone l'uscita nei rispettivi canali.

Questo processo fu molto utile nell'industria cinematografica (anche se non fu importante per la musica) per:

1. l'enfatizzazione degli effetti
2. aumento della separazione tra i canali
3. miglioramento del canale centrale

# Limiti del Dolby Pro Logic

Anche se il Dolby Pro Logic rappresentò un grande miglioramento del Dolby Surround, ha i suoi limiti:

1. i suoi effetti derivano dal processo di riproduzione: anche se il canale sul retro coinvolge due speakers, è comunque un'informazione monofonica, che limita il movimento rear-to-front e side-to-front e i dettagli di posizionamento del suono;



Sebbene nel maggior numero di casi con “Dolby Digital” si intendono sistemi 5.1 o 6.1, è da notare che il termine “Dolby Digital” si riferisce alla codifica digitale del segnale audio, non a quanti canali utilizza.

Il Dolby Digital può lavorare da un minimo di 1 a un massimo di 5 canali audio digitali a banda piena (20-22.050 Hz), codificati a 48.000 Hz di campionamento e 16 bit di risoluzione, più un sesto canale destinato alla sola riproduzione delle basse frequenze (canale LFE - Low Frequency Effects).

Il Dolby Digital è un sistema di codifica cosiddetto "**lossy**", ovvero in cui la codifica audio avviene con perdita di informazioni.

Il sistema di compressione psicoacustica utilizzato dal Dolby Digital si chiama **AC3**. Un segnale audio mono PCM lineare (quindi non compresso) a 48 kHz/16 bit, richiede 768 kbps per essere codificato, pertanto un segnale stereo di questo tipo necessiterebbe di 1536 kbps, e un segnale a 5 canali di 3840 kbps. L'AC3 permette di ridurre questi valori anche di un fattore superiore a 10, richiedendo circa 400 kbps per codificare audio 5.1, e meno di 200 kbps per codificare audio stereo.

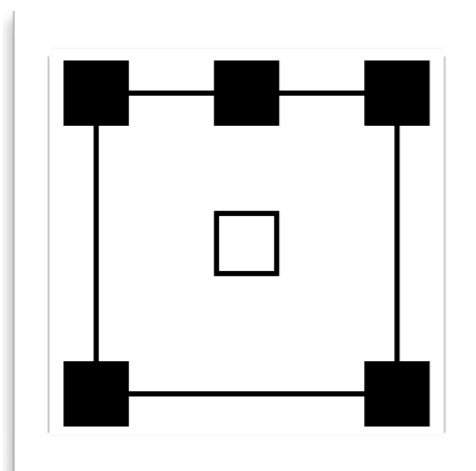
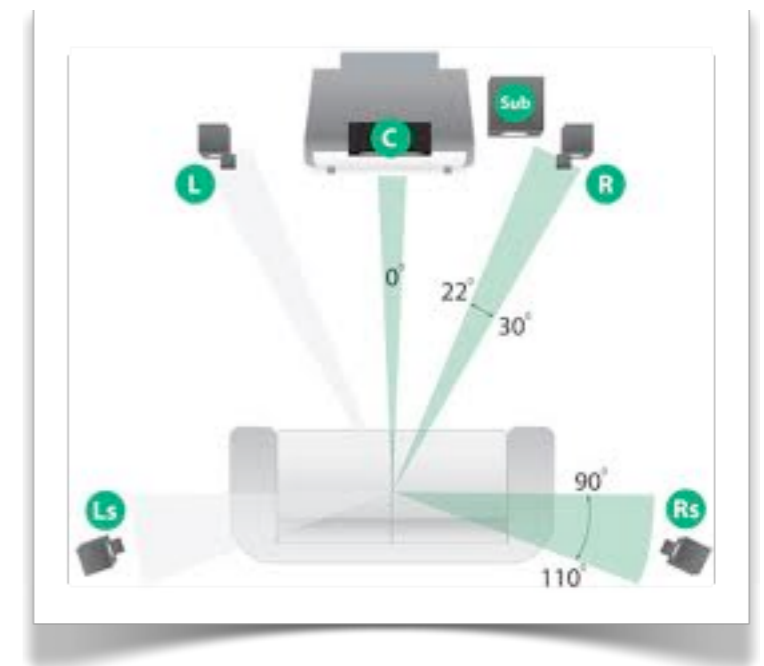
Tanto maggiore è il fattore di compressione, ovviamente, tanto maggiore è la probabilità che il livello di rumore introdotto a causa della perdita di informazioni diventi udibile, causando artefatti di varia natura. Per questo motivo, tanto maggiore è il bitrate utilizzato per la codifica tanto migliore sarà l'aderenza alla qualità dell'audio originale non compresso che ci si può aspettare.



# DOLBY DIGITAL 5.1

Questo speciale schema si indica con "5.1" e i 5 canali sono:

- R: anteriore destro
- L: anteriore sinistro
- C: centrale
- SR: surround destro
- SL: surround sinistro



I primi due corrispondono al collocamento dei normali canali stereo, il centrale va posizionato al centro dei due canali stereo anteriori, in corrispondenza dello schermo, i surround vanno collocati lateralmente o leggermente arretrati rispetto al punto di ascolto. Il LFE non ha una collocazione precisa, in quanto le basse frequenze sono meno direttive.



## Caratteristiche:

1. il Dolby Digital 5.1 è stato uno dei primi sistemi di codifica digitali multicanali di tipo "discreto", in cui i 5+1 canali sono codificati in modo del tutto indipendente fra loro, come flussi digitali separati;
2. Il Dolby Digital lavora da un minimo di 96 kbps a un massimo di 640 kbps. Al cinema il Dolby Digital viene utilizzato con appena 320 kbps di banda, poiché stampato nel poco spazio disponibile fra i fori di scorrimento delle pellicole. Generalmente su DVD viene utilizzato con un bitrate di 192 kbps per codificare segnali stereo (2.0, 2.1) o stereo surround, e con un bitrate compreso fra 384 e 448 kbps per i segnali 5.1.  
Sebbene i decoder in commercio possano lavorare fino a 640 kbps, tale possibilità non è permessa nella codifica Dolby Digital dei DVD-Video pertanto, attualmente, non viene utilizzata.
3. La versione cinematografica del Dolby Digital è quella che negli anni ha subito minori affinamenti, in quanto bloccata su specifiche piuttosto vecchie e su un bitrate ridotto. Molti ritengono che la qualità raggiunta dal Dolby Digital disponibile in ambiente consumer (DVD) sia ormai palesemente superiore rispetto a quella offerta dalla versione cinematografica.



## Vantaggi rispetto agli standard precedenti:

1. i canali surround sono due e quindi il suono ha ancora più direzionalità anche sul retro;
2. diversamente dal Dolby Pro Logic che necessita di un canale sul retro di bassa potenza e con limitata risposta in frequenza, il Dolby Digital 5.1 stabilisce di avere per ogni canale la stessa potenza del canale centrale;
3. c'è un canale (il “.1”) dedicato al subwoofer che riproduce soltanto le frequenze estremamente basse, riferite all'LFE (Low Frequency Effects).



Una evoluzione del Dolby Digital è il Dolby Digital Plus, che verrà utilizzato nei supporti per l'alta definizione (HD DVD, Blu-ray) e nelle trasmissioni digitali HDTV.

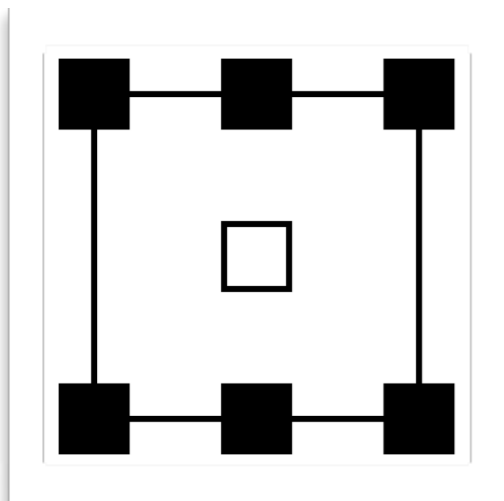
Alcune caratteristiche del Dolby Digital Plus sono:

1. una maggiore efficienza di codifica, l'estensione del bitrate fino a 6,144 Mbps (verrà tipicamente utilizzato a 640 kbps);
2. l'aumento del numero di canali discreti a 7.1, tutto mantenendo una buona compatibilità con il Dolby Digital convenzionale (il Dolby Digital Plus è "riducibile" semplicemente a un segnale Dolby Digital a 640 kbps compatibile con tutti i decoder attuali).



## Caratteristiche:

1. Il Dolby Digital EX si basa sulla tecnologia del Dolby Digital 5.1 ma aggiunge un terzo canale surround che è piazzato direttamente dietro all'ascoltatore (quindi si può parlare di un sistema 6.1).
2. Perché migliora l'ascolto? Nel Dolby Digital la maggior parte dei sound FX surround si muovono verso l'ascoltatore dal fronte o dal lato. In questo caso il suono perde una parte di direzionalità se si muove dai lati verso il retro, mentre con l'aggiunta di un altro canale direttamente dietro l'ascoltatore, migliora la localizzazione spaziale e il senso di movimento anche sul retro.
3. Da' anche la sensazione all'ascoltatore di essere ancora più nel centro dell'azione



4. Come tutti i formati Dolby anche il Dolby Digital EX è perfettamente compatibile con il Dolby Digital 5.1.

# ...e per la musica?

L'evoluzione del Dolby nel cinema è stata molto veloce, ma la musica si continuava a mixare in stereo e c'era un effettiva mancanza di surround nel processo di riproduzione.

Peraltro a molti audiofili non piacquero mai i sistemi surround preferendo (forse tuttora) lo stereo.

Questo è il motivo del mancato sviluppo del **SACD** e **DVD-Audio**.

La **Yamaha** sviluppò un sistema basato su un DSP che permetteva di “immergere” un contenuto audio stereo in un ambiente simulato (ad esempio un jazz club o una concert hall etc) il tutto in surround 5.1.

La Dolby decise di sviluppare il Dolby Pro Logic verso una nuova meta: simulare un sistema surround 5.1 da un segnale Dolby Surround a 4 canali.



Simula un sistema surround 5.1 da un segnale Dolby Surround a 4 canali (dubbed Pro-Logic II).

1. non è un sistema discreto come il Dolby Digital 5.1 o il DTS;
2. ha la facoltà di creare una buona sensazione surround anche da una registrazione stereo: usa in modo molto potente le matrici per fornire una adeguata rappresentazione in 5.1;
3. rispetto al “vecchio” Dolby Pro Logic (di 10 anni prima), la separazione tra i canali è molto più elevata e la sensazione è quella di essere molto vicini ad un sistema discreto; molti dei dischi non codificati per Dolby Surround o DTS non suonano affatto bene con il vecchio Dolby Pro Logic, mentre col nuovo sistema migliora molto.

# Settings per simulare lo spazio in cui ha luogo la performance

## DIMENSION CONTROL:

permette di “aggiustare” il palco sia verso la parte frontale che verso il retro.

## CENTER WIDTH CONTROL:

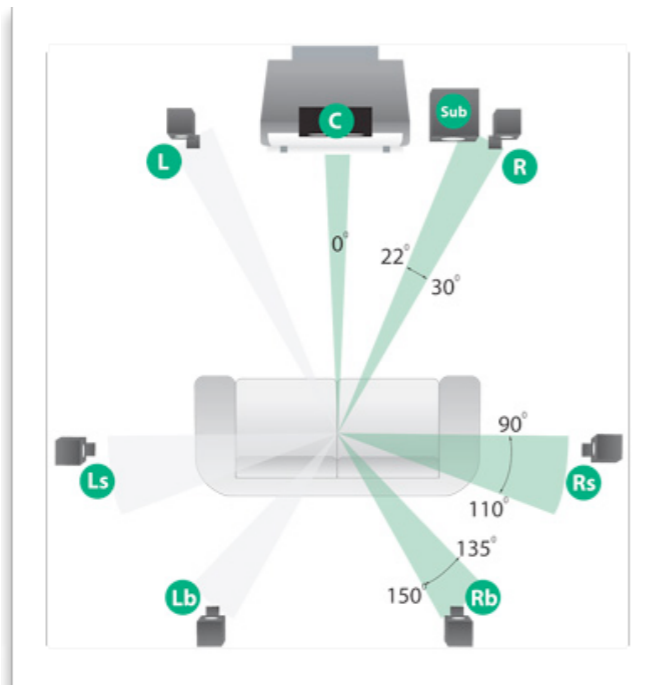
permette vari aggiustamenti dell’immagine centrale così da poterla ascoltare solo dallo speaker C oppure solo da L e R creando il centro mono “phantom” o varie combinazioni di esse.

## PANORAMA MODE:

estende l’immagine del fronte stereo includendo anche gli speaker surround ottenendo un effetto panoramico.



# Altre variazioni del Dolby Pro Logic II



## **Dolby Pro Logic IIx**

l'ultima variante del Dolby Pro Logic II espande le possibilità al 6.1 o 7.1 (come l'algoritmo originale, simula il multicanale senza dover remixare il materiale)



## **Dolby Pro Logic IIz**

è un processo che estende il suono surround in verticale. Si aggiungono due speakers sopra L e R. Può essere usato sia in una configurazione 5.1 che 7.1



...e per chi non ha un sistema con tante casse?!

Il Dolby Virtual Speaker, partendo da un sistema con due altoparlanti e una sorgente stereo (se combinata con il Dolby Pro-Logic II) o da una sorgente Dolby Digital (tipo il 5.1 dei DVD) crea un'immagine in 5.1.

Usa una tecnologia che tiene conto delle riflessioni del suono e di come si ascolta in un ambiente chiuso...

# AUDYSSEY

Audyssey è un'azienda che sviluppa software di auto-equalizzazione e correzione degli ambienti, ha sviluppato il suo sistema proprietario di suono immersivo: DSX (Dynamic Surround Expansion).

1. aggiunge 2 speakers sopra L ed R;
2. aggiunge 2 speakers laterali tra L-SL e R-SR;
3. fornisce diverse configurazioni partendo da un 7.1 a un 11.1



DTS è il principale rivale della Dolby.

I sistemi Basic DTS 5.1 sono simili al Dolby Digital 5.1, ma dato che la DTS usa meno compressione nel processo di codifica dei segnali digitali, molti sentono che il DTS “suona meglio”.

Mentre il Dolby Digital è principalmente sviluppato per il cinema, il DTS è usato anche per le performance musicali.

Dolby		DTS	
formato	n. canali	formato	n. canali
Dolby Digital 5.1	5.1 (discrete)	Basic DTS	5.1 (discrete)
Dolby Digital EX	6.1 (matrix & discrete)	DTS-ES	6.1 (matrix & discrete)
Dolby Pro-Logic II	2.0 → 5.1 (matrix)	DTS Neo:6	2.0 → 6.1 (matrix)
Dolby Pro-Logic IIx,z	(2.0 →) 7.1 - 9.1 (matrix & discrete)	DTS Neo:X	(2.0 →) 11.1 (matrix & discrete)
Dolby Virtual Speaker	5.1 → 2.0 (matrix)	DTS Surround Sensation	5.1 → 2.0 (matrix)
Dolby Digital Plus / True HD	up to 7.1 (BluRay) up to 14 (general) (matrix & discrete) (compressione lossless) fino a 24 bit /192 kHz	DTS-HD master audio	up to 7.1 (BluRay) up to 8 (general) (matrix & discrete) (compressione lossless) 24 bit /192 kHz su 2 canali oppure 24 bit /96 kHz su 8 canali



SRS è un'altra azienda che offre tecnologie innovative per l'esperienza home theater.

1. **Tru-Surround:** (simile al Dolby Virtual Speaker) partendo da sorgenti multi canale (come Dolby Digital) riproduce l'effetto surround usando soltanto due canali. Il risultato è ottimo per il surround sul fronte e lato, un po' peggiore per il retro, ma in complesso molto buono.

2. **Circle-Surround (II):** è una formato innovativo perché non tiene di conto dei punti sorgente come il Dolby Digital o DTS, ma enfatizza l'immersione sonora. Una sorgente 5.1 viene convertita in 2.0 e poi riconvertita in 5.1 ridistribuita in modo da creare un suono più immersivo senza perdere direzionalità del materiale originale. Il risultato è migliore del Tru-Surround.

# Effetti del Circle Surround

1. Spesso il pan di suoni di aerei o macchine che sfrecciano da un canale ad un altro nel DD e nel DTS decrescono di intensità quando passano da uno speaker ad un altro, col Circle Surround si evita questo effetto.

2. I suoni d'ambiente, come i tuoni, la pioggia, il vento etc riempiono il campo sonoro meglio che nel DD o DTS, rendendo l'esperienza più "immersiva".

3. Il Circle Surround aumenta l'esperienza surround del materiale sorgente, senza perdere l'originale intento del mixaggio surround.

4. il Circle Surround II aggiunge un altro altoparlante sul retro al centro.

# Headphone Surround



Il surround non è applicato soltanto a sistemi con più casse, ma può essere applicato anche ad un'ascolto binaurale.

SRS Headphone  
Dolby Headphone  
Yamaha Silent Cinema  
Smyth Research



# THX (Lucasfilm)



# La nascita del THX

**NON È UN SISTEMA DI CODIFICA E DECODIFICA AUDIO  
MULTICANALE COME DOLBY O DTS!!!**

THX si occupa di stabilire determinati parametri qualitativi e quantitativi in merito alla riproduzione di materiale audiovisivo, con l'obiettivo di rendere un'esperienza eccellente la fruizione di opere multimediali.

**Il THX è un certificato di qualità, applicato ai sistemi di riproduzione audiovisiva, siano essi professionali o domestici.**

**È un marchio brevettato da George Lucas nel 1982, ma si è cominciato ad affermare negli anni '90.**

La sigla THX andrebbe interpretata come Tomlinson Holman eXperiment, dal nome dell'ingegnere incaricato da Lucas di realizzare una sala cinematografica senza compromessi tecnici all'interno degli studios della Lucasfilm (lo Skywalker ranch).  
Notare comunque che una delle prime opere di Lucas fu un lungometraggio dal titolo THX 1138, del 1971 (uscito in Italia con il titolo L'uomo che fuggì dal futuro).

# Parametri per il THX

## CONDIZIONI AMBIENTALI

- Stanza: isolamento acustico, controllo riverberazione
- Poltrone: confortevoli, posizionate per ricevere il suono e la visione dello schermo in maniera ottimale

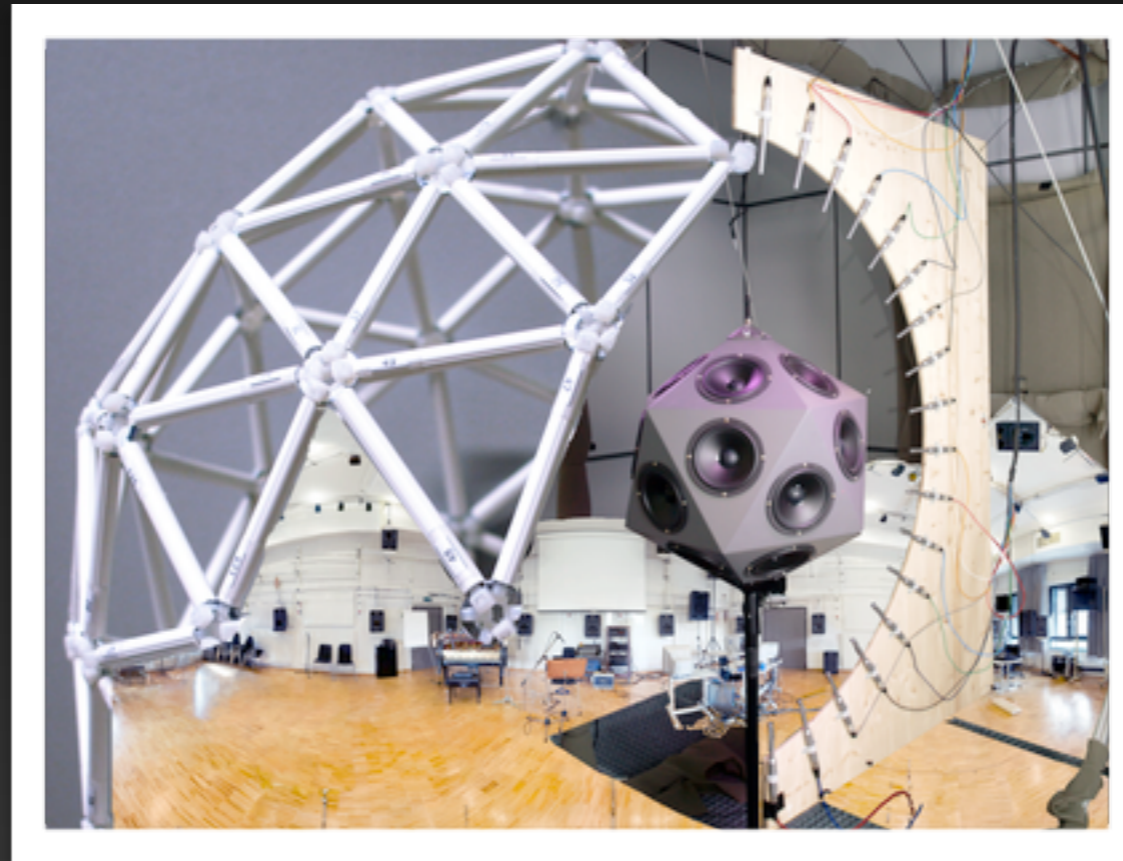
## CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

- Schermo: wide, luminosità, inclinazione etc
- Altoparlanti: accuratamente posizionati e direzionati, potenti a sufficienza.
  - SUBWOOFER: calibrato, crossover max 120 Hz
  - Processore SURROUND: integrato nel sistema (DD etc), *deve prevedere eventuali ri-equalizzazioni.*

# Miglioramenti del THX ancora oggetto di discussione

1. **Crossover** tra satelliti e subwoofer: ottimizzato a max 120 Hz (ideale a 80 Hz). Va ricordato che la stanza fa parte del sistema e quindi nessuno assicura che le curve di pendenza dei crossover si comportano correttamente... comunque l'idea fu assolutamente costruttiva.
2. **Decorrelazione elettronica** tra i segnali surround SL e SR: per migliorare i problemi che si formavano tra i vari speakers dei canali SL e SR (spesso moltiplicati nei vari cinema). Ora gli ingegneri hanno a disposizione per ogni speaker la linea di delay e la decorrelazione, poi la quantità di quest'ultima va scelta volta per volta.
3. **"Timbre Matching"** dei canali Surround rispetto a L C R: Holman (1991) descrive numerosi esperimenti dove nei cinema si cercava di restituire ai canali surround la stessa timbrica del fronte, ma ciò è praticamente impossibile nelle grandi sale cinematografiche (dove si avevano anche 24 speakers surround), questo è possibile nell'Home Theater.
4. **"Re-equalization"**: questa cosa fu utile nei primi tempi per standardizzare i prodotti (si usava la X-curve di equalizzazione), ma in realtà è ancora oggetto di discussione, perché le stesse production facilities hanno risposte in frequenza molto differenti e i prodotti "suonano" molto diversi tra loro (*anche nella loudness*).
5. **Dispersione verticale limitata del fronte L C R**: Holman affermò che "gli altoparlanti che hanno una dispersione verticale più stretta forniscono agli ascoltatori dialoghi più chiari e migliore localizzazione". Questa affermazione tuttavia è in disaccordo con molti dei più recenti studi sull'intelligibilità e la chiarezza del suono perché in questo modo non si tiene conto delle early reflections (questo requisito è stato rimosso infatti dalle specifiche THX).
6. **Pattern di radiazione dipolare per gli speakers surround**: però gli altoparlanti costruiti in questa maniera risentono nella timbrica...

# Multichannel audio: “the Ambisonics alternative”



# Premesse Ambisonics

1. Con appropriati microfoni è possibile catturare (registrare in un certo numero di canali) il campo acustico tridimensionale di un punto specifico;
2. con un'appropriato processamento elettronico è possibile ricostruire un fac-simile di quel campo acustico catturato ad un punto specifico, entro un quadrato o un cerchio di quattro o più altoparlanti.

*Cooper and Shiga 1972, Fellgett and Gerzon 1983  
microfoni: Craven , NRDC*

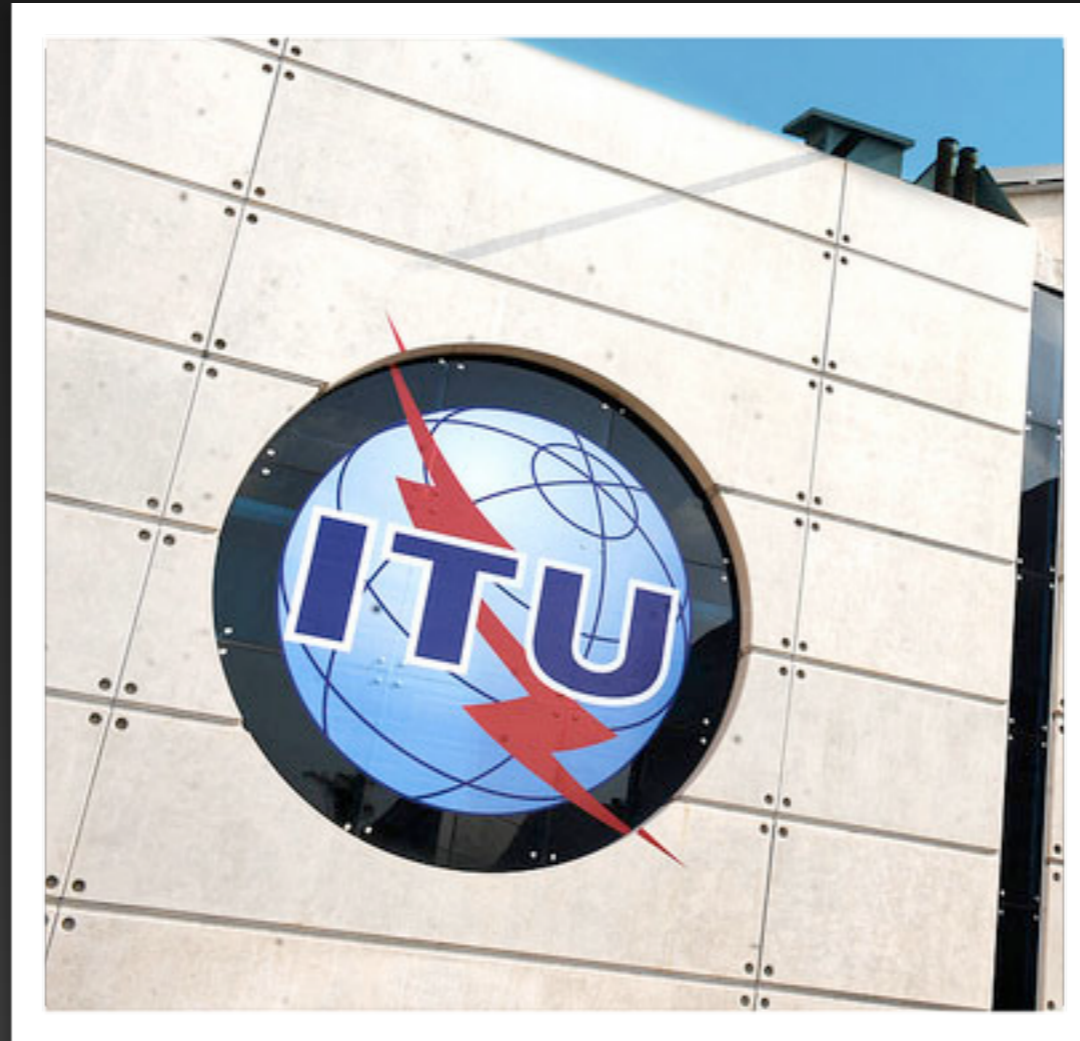
Ambisonic rimane una nicchia nell'industria surround, poche persone lo conoscono, anche se sul sito [www.ambisonic.net](http://www.ambisonic.net) ci sono le registrazioni codificate e vengono ancora utilizzati microfoni Soundfield. Purtroppo è molto difficile trovare i decoder.



esperimenti per verificare la differenza tra l'ambisonic  
e il binaurale in camera anecoica

# 3. Normative ITU/AES dell'audio multicanale

(International Telecommunication Union,  
Audio Engineering Society)





# Disposizione delle casse

Comitati tecnici per standardizzare specifiche:

AES (Audio Engineering Society)  
German Surround Sound Forum  
ITU (International Telecommunication Union)

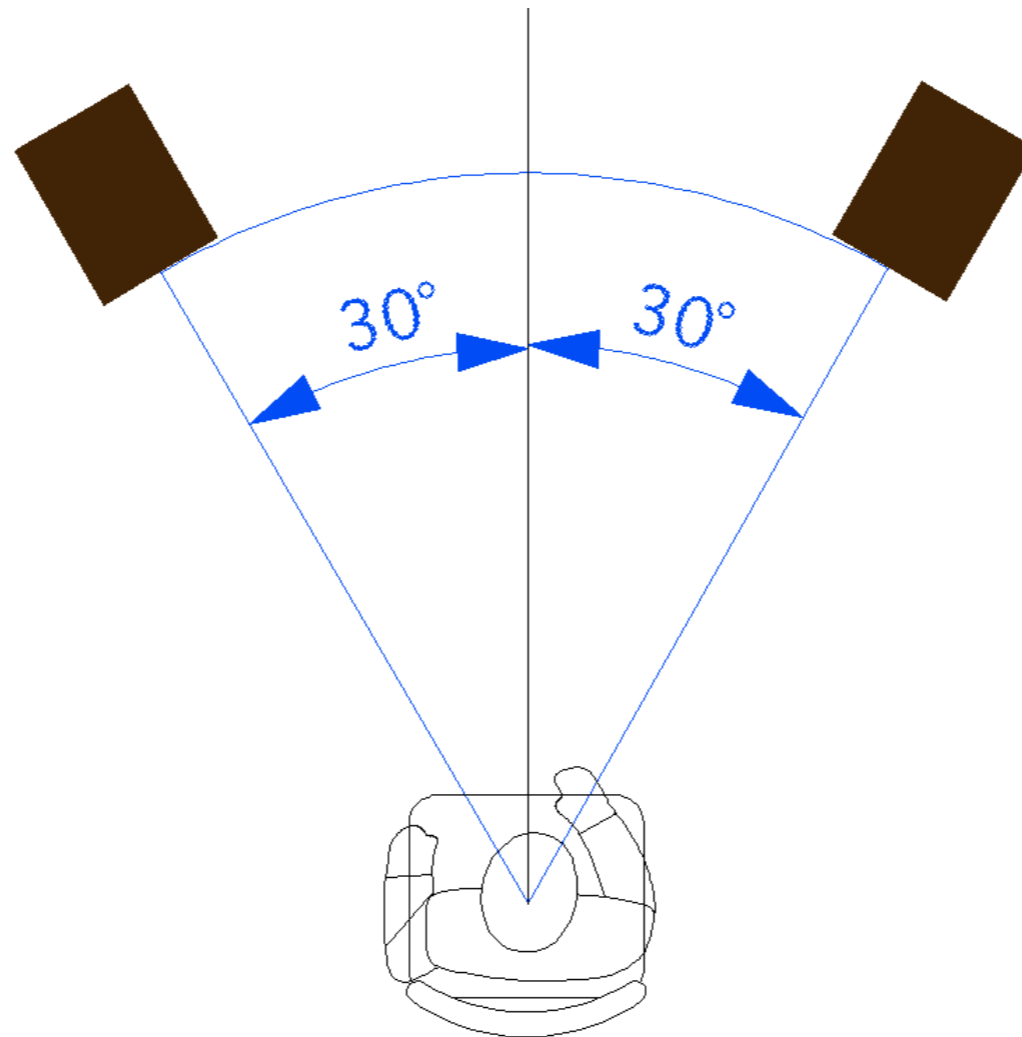
Raccomandazioni per la riproduzione surround:

ITU-R BS 775-1 *“Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture”* (Geneva, 1992-94)

ITU-R BS 1116-1 *“Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound systems”* (Geneva, 1994-97)

# STEREO

Molti lavori di ricerca sono stati fatti negli ultimi 50 anni per determinare il migliore angolo di posizione di due altoparlanti riproducenti materiale stereo.



Per riprodurre un centro mono virtuale l'angolazione migliore è  $60^\circ$ .

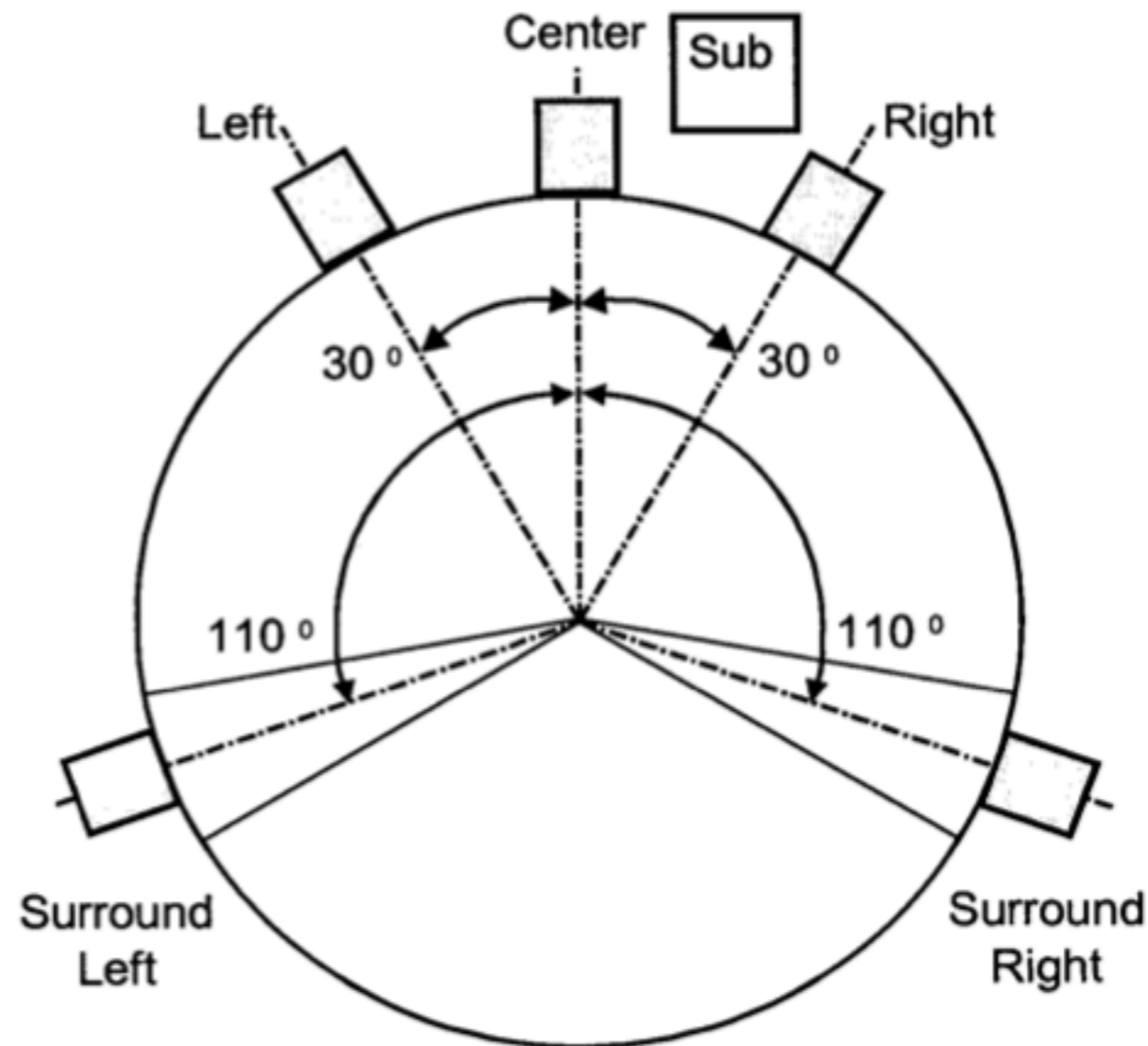
# Multi canale 5.1

## Specifiche ITU-R BS 775-1

La risoluzione del sistema orecchio/cervello è di circa 3 gradi sopra l'orizzonte d'ascolto delle orecchie e da 3 a 10 gradi sotto tale orizzonte.

È fortemente raccomandato che gli altoparlanti siano collocati ad uguale distanza dalla posizione d'ascolto e risultino simmetrici i percorsi acustici rispetto l'ambiente. In altri termini tutte le sorgenti del suono devono avere lo stesso tempo di arrivo nella posizione d'ascolto.

Gli altoparlanti devono quindi essere collocati sui luoghi di un cerchio ideale che ha al centro la testa del fonico.



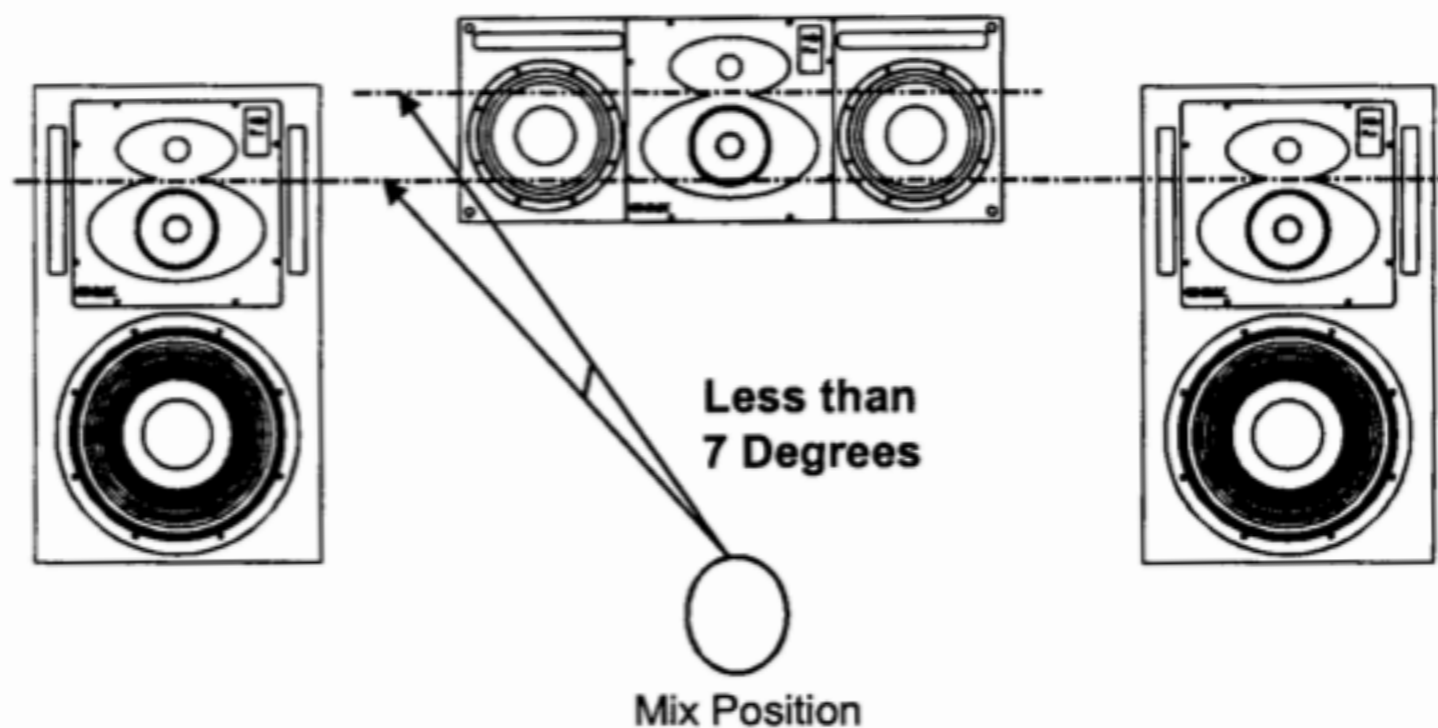
# Posizionamento sul piano verticale

Il nostro cervello a un'elevata capacità di localizzare informazioni sul piano orizzontale ma non è altrettanto selettivo sul piano verticale.

La posizione e la conformazione delle orecchie ne danno ragione.

Specifiche ITU: Posizione ideale è che per i tre monitor centrali gli assi acustici siano posti alla stessa distanza.

# La localizzazione verticale ha una tolleranza di 7 gradi.



**Fig.8: Tolleranza della localizzazione virtuale del sistema orecchio/cervello applicate al posizionamento del monitor.**

Entro 7 gradi abbiamo quindi una localizzazione incerta. In altri termini due sorgenti possono essere posizionate con leggere variazioni verticali senza che il cervello noti tale variazione.

Le norme ITU sono rigide per quanto riguarda le altezze dei tre monitor frontali che devono essere alla medesima altezza, ma sono più elastiche per gli altoparlanti surround.

Questi possono essere collocati più in alto dei monitor frontali e inclinati verso il basso, verso la posizione d'ascolto sino ad un angolo di  $15^\circ$

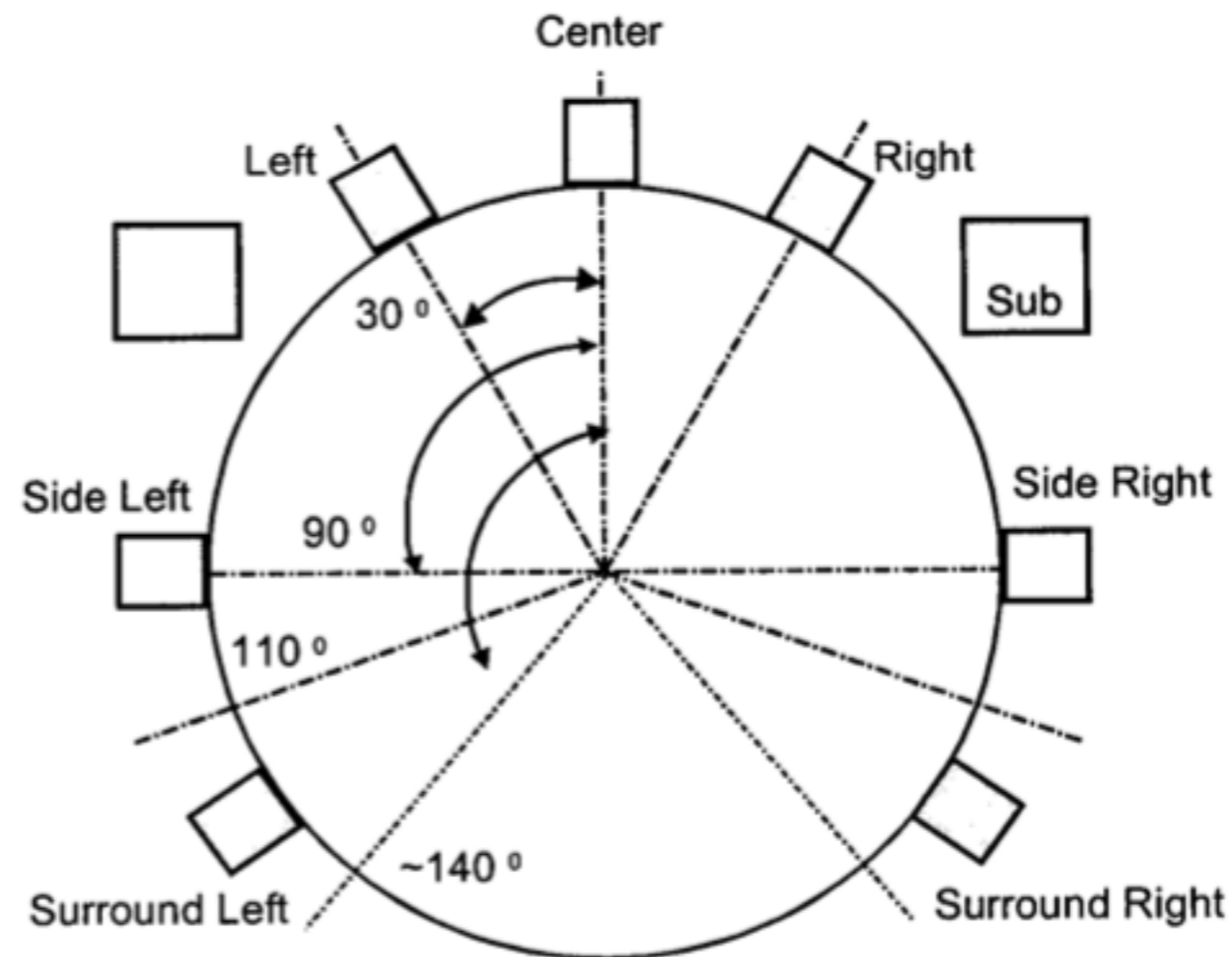
Quando sono impiegati i Big-monitors bisogna tenere conto che l'interazione con il pavimento al di sotto dei 400 Hz può essere un serio problema se gli altoparlanti sono troppo in basso.

Più grandi sono i monitor, più lontano dal pavimento devono essere collocati: viene comunemente impiegata una sovra altezza massima di  $15\div 20^\circ$  rispetto alle orecchie nelle installazioni stereo.



# Posizionamento 7.1

Dolby pro Logic IIx (Blu-ray)



# Posizionamento near-field monitors

- tutti gli altoparlanti devono essere dello stesso tipo
- sebbene sia una pratica diffusa i monitors non dovrebbero essere posti sopra il meter-bridge della consolle
- nei locali piccoli anche i monitor devono essere piccoli e vanno collocati il più possibile a ridosso delle pareti onde evitare le cancellazioni di fase
- nei locali ampi devono stare lontano dalle pareti perché in questo modo migliora il rapporto energetico diretto/riverberante, ma attenzione alle cancellazioni!

# Posizionamento dei main-monitors

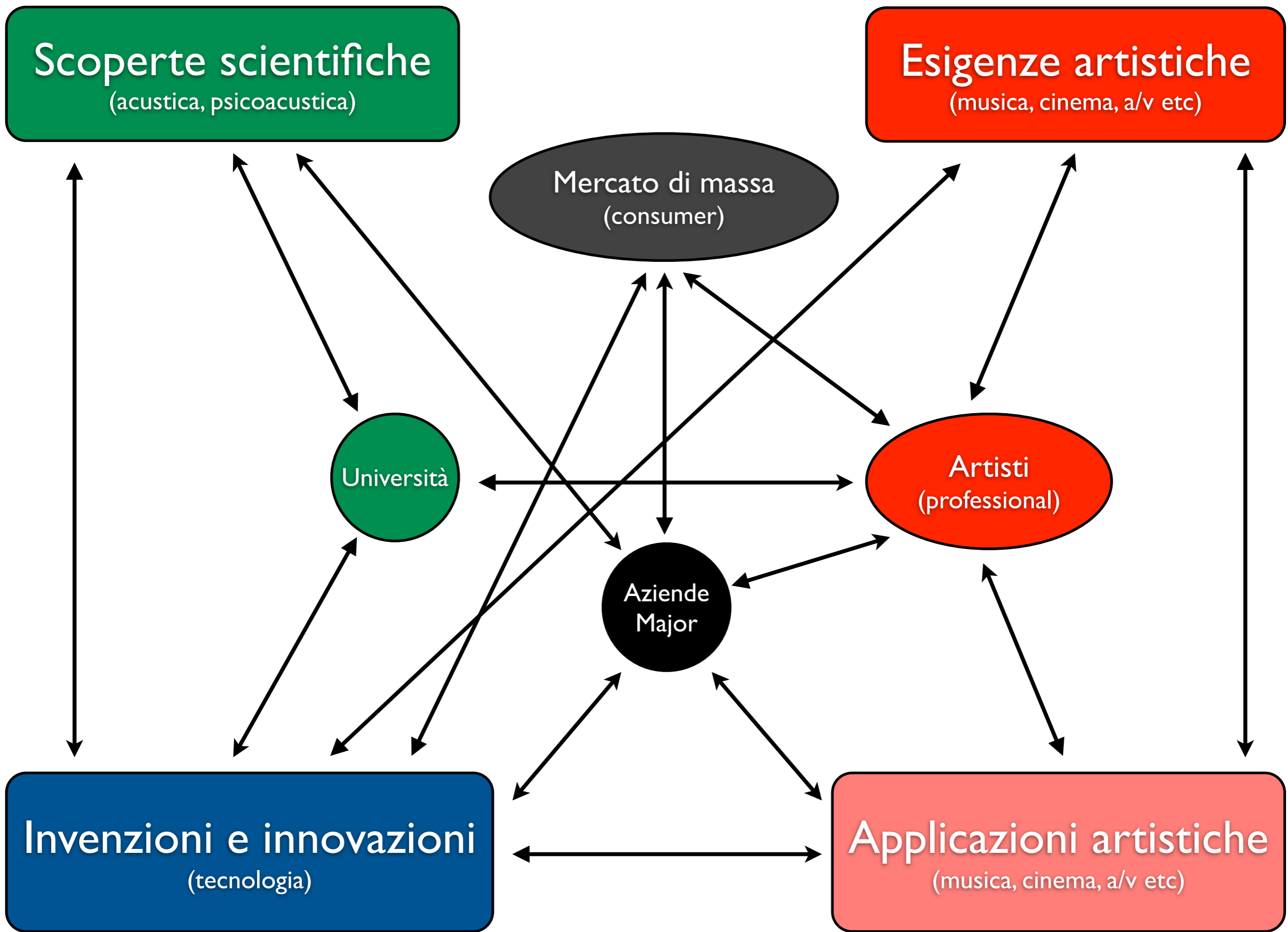
- devono essere montati a filoparete per raggiungere la migliore prestazione
- se non fosse possibile, dovranno essere collocati a ridosso di una superficie onde evitare cancellazioni a basse frequenze, ma per i monitor più grandi non è possibile perché la profondità della cassa è abbastanza grande da porre l'altoparlante ad una distanza tale da produrre cancellazioni alle basse

# Posizionamento del subwoofer

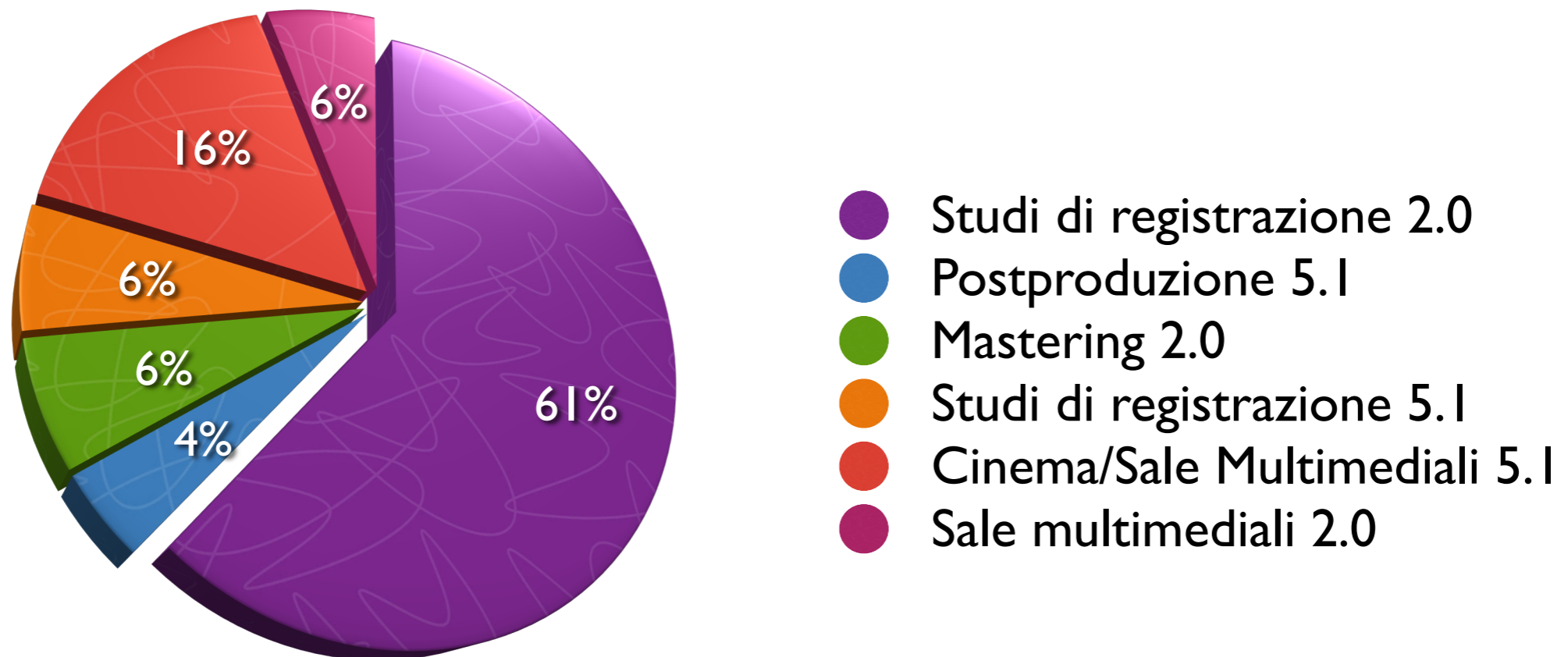
- posizionato vicino alla parete frontale e leggermente spostato dalla mezzeria della stanza onde evitare il punto di minima pressione
- in un angolo vicino alla parete frontale e ad una laterale. Questa posizione massimizza l'efficienza per il carico angolare.

# 4. La scelta di un sistema: moda, mercato e filosofia





# Studi realizzati negli ultimi anni



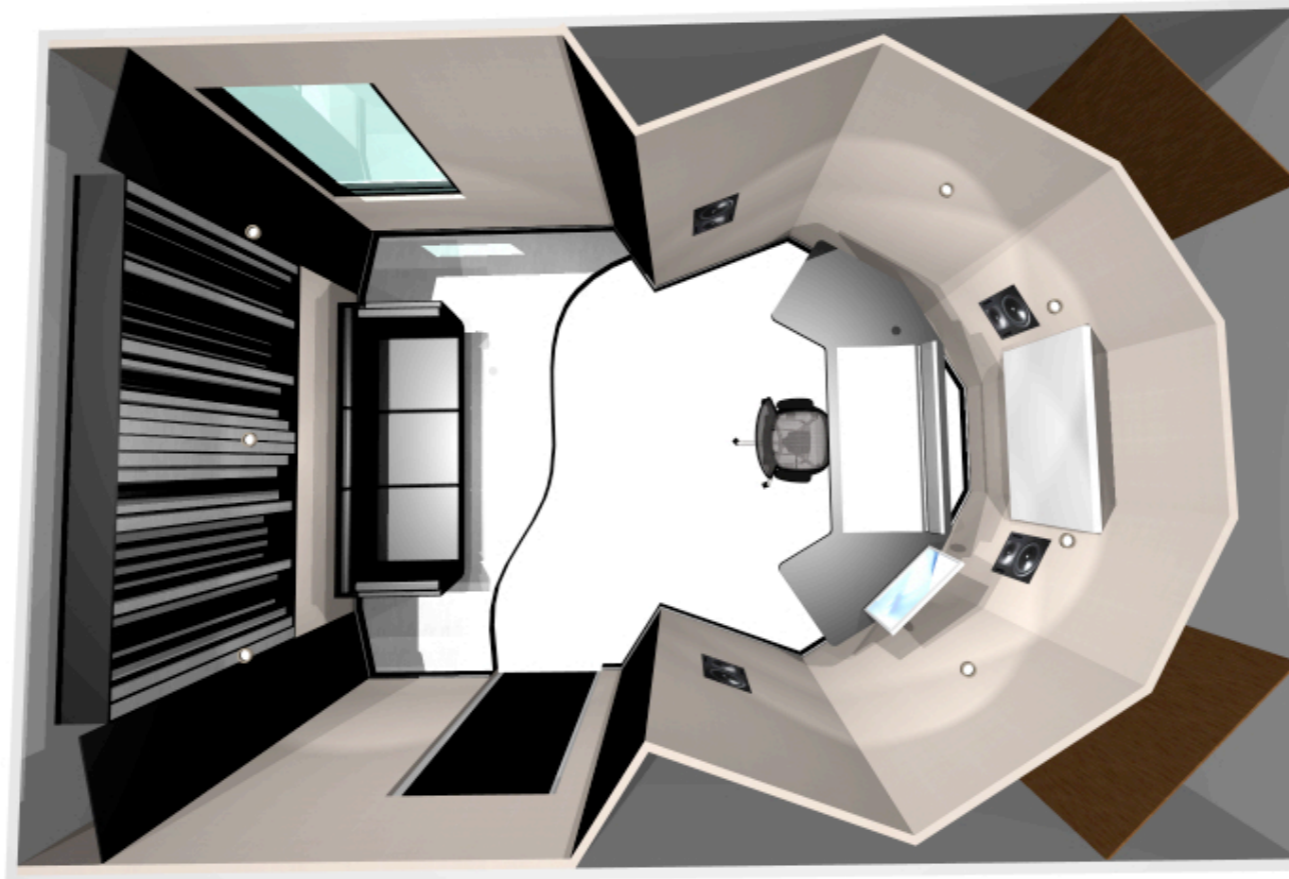
- Non ci sono studi di mastering in 5.1.
- I grandi ambienti sono spesso predisposti per il 5.1, salvo alcune semplici sale conferenza.
- Gli studi di postproduzione a/v sono tutti in 5.1.
- Chi ha bisogno di uno studio audio in 5.1 lavora per il video.

# ...allora è la musica a non essere in surround!

- Quasi tutti i clienti che vogliono costruire uno studio di registrazione audio iniziano col dire “vorrei la predisposizione per il 5.1”.
- Quando viene detto loro se prevedere un design particolare in funzione del 5.1 si tirano indietro e preferiscono soluzioni più tradizionali stereo.
- Quasi nessuno dei nostri clienti ha in studio di registrazione microfoni tipo Soundfield.
- Chi lavora nell’audio per il video (colonne sonore, musica classica con edizioni in DVD etc) utilizza il 5.1, ma preferisce lavorare dall’inizio del mixaggio in questa modalità.



# Ma lo studio in 5.1 “inquieta” i musicisti?



Spesso uno studio ottimizzato in 5.1 da’ una sensazione di “oppressione” al musicista che preferisce avere in regia un po’ di spazio in più per mettere un altro preamp, una tastiera etc.

# Le soluzioni più gradite?



- a) sistema main monitor 2.0
- b) sistema 5.1 con DSP autocalibrante  
*(si evita di mettere i monitor incassati etc)*



Le casse sul retro non delimitano lo spazio  
dell'ambiente vivibile



Gianluca Sibaldi compositore e fonico di Pieraccioni: chi scrive colonne sonore spesso si occupa anche della sonorizzazione, anche ad alti livelli. È necessario lavorare subito in 5.1, dall'inizio della fase creativa.

# ...e nei grandi ambienti?

- In generale c'è molta ignoranza sul “surround” e pochi progettisti lo tengono in considerazione (gli architetti, per motivi estetici, sono i nemici delle casse surround!!!) anche nei teatri e nelle sale di un certo rilievo.

*(Però questo discorso è subordinato al fatto che spesso non si tiene in considerazione neanche l'impianto base di una sala...)*

- I sistemi più avveniristici si trovano spesso soltanto in ambiti accademici (conservatori, musica concreta, musica classica contemporanea) oppure in installazioni di tipo moderno in cui c'è la richiesta specifica di questa situazione.

- Spesso nei teatri, i fonici più esperti cercano di evitare l'effetto “stereo seat” e utilizzano un canale centrale per emettere gli strumenti più importanti (Bocelli).

- La condizione acustica della maggior parte dei grandi ambienti in Italia è assolutamente scadente: il surround potrebbe soltanto peggiorare le cose!

# È importante la registrazione!

- Non è facile sviluppare tecniche per catturare la spazialità del suono. Non è
- I sistemi più avveniristici si trovano spesso soltanto in ambiti accademici (conservatori, musica concreta, musica classica contemporanea) oppure in installazioni di tipo moderno in cui c'è la richiesta specifica di questa situazione.
- Spesso nei teatri, i fonici più esperti cercano di evitare l'effetto "stereo seat" e utilizzano un canale centrale per emettere gli strumenti più importanti (Bocelli).
- La condizione acustica della maggior parte dei grandi ambienti in Italia è assolutamente scadente: il surround potrebbe soltanto peggiorare le cose!

# 5. Conclusioni e riflessioni

DOVE SI USA IL SURROUND, E DOVE SI CONTINUERA' A SPERIMENTARE?

Cinema, Home-Theater.

Sicuramente dove c'è una sorgente Video.

...E LA MUSICA?

Nel 2011 la musica si ascolta essenzialmente nell'iPod e in macchina.

Gli audiofili non hanno mai gradito particolarmente l'introduzione del surround.

Le produzioni musicali non si sono neanche mai sforzate a produrre in surround perché in effetti manca un dispositivo o un supporto adeguato (il DVD-audio non ha mai preso piede etc), questo si ripercuote anche su altri problemi (pensare che, paradossalmente, l'audio musicale è fermo a 16 bit /44.1 kHz mentre l'audio cinematografico ormai raggiunge i 24 bit /192 kHz).

*Forse il binaurale sarà il futuro?*

# non dimentichiamoci della registrazione!

- In questa situazione non è facile sviluppare tecniche per la registrazione spaziale del suono. I classici metodi di microfonaione X/Y, A/B, Blumlein, M/S sono utilissimi ma c'è bisogno di evoluzione. I microfoni Soundfield Ambiphonics etc (con più capsule) sono ancora poco diffusi.
- Il binaurale comincia ad essere in voga per i soundscapes, ma poco altro (pochissimi professionisti possiedono una testa binaurale, anche chi deve misurare i parametri di spazialità degli ambienti, cosa molto trascurata).
- Quasi tutti i Sound FX del cinema sono tracce mono immerse in un ambiente grazie a riverberazioni artificiali (a convoluzione etc), non si dà ancora troppa importanza alla cattura dell'ambiente reale.
- Le caratteristiche spaziali del suono rappresentano ancora l'ultima frontiera, esplorata ancora per metà.

*Il 3D nel video è “partito” quando qualcuno ha prodotto, catturato e riprodotto qualcosa di importante e “commercialmente potente” in 3D (Avatar etc), forse manca ancora questo step nell'audio ed in particolare nella musica?*



# Bibliografia e testi di riferimento

- Floyd Toole - Sound Reproduction - Loudspeakers and Rooms;
- S. Fontana, A. Farina, Y. Grenier: “Binaural for popular music: a case of study”;
- <http://www.binaural.com>;
- <http://www.nutshellhifi.com/library/tinyhistory1.html>;
- <http://www.audiouk.com/milestones.htm>;
- <http://hometheater.about.com/od/beforeyoubuy/a/surroundsound.htm>;
- <http://www.stereosociety.com/FourSidesFloydQuad.shtml>;
- Yoichi Ando: “Architectural Acoustics”;
- Donato Masci: “Parametri Fisici dell’Acustica Ambientale” tesi di Laurea in Fisica;
- Alton Everest: “The Master Handbook of Acoustics” 4th ed.;
- David Egan: “Architectural Acoustics”;
- Leo Beranek: “Concert Halls and Opera Houses - Music, Acoustics, and Architecture” 2nd ed.;
- Rozen Nicol: “Binaural Technology”, AES Monograph.