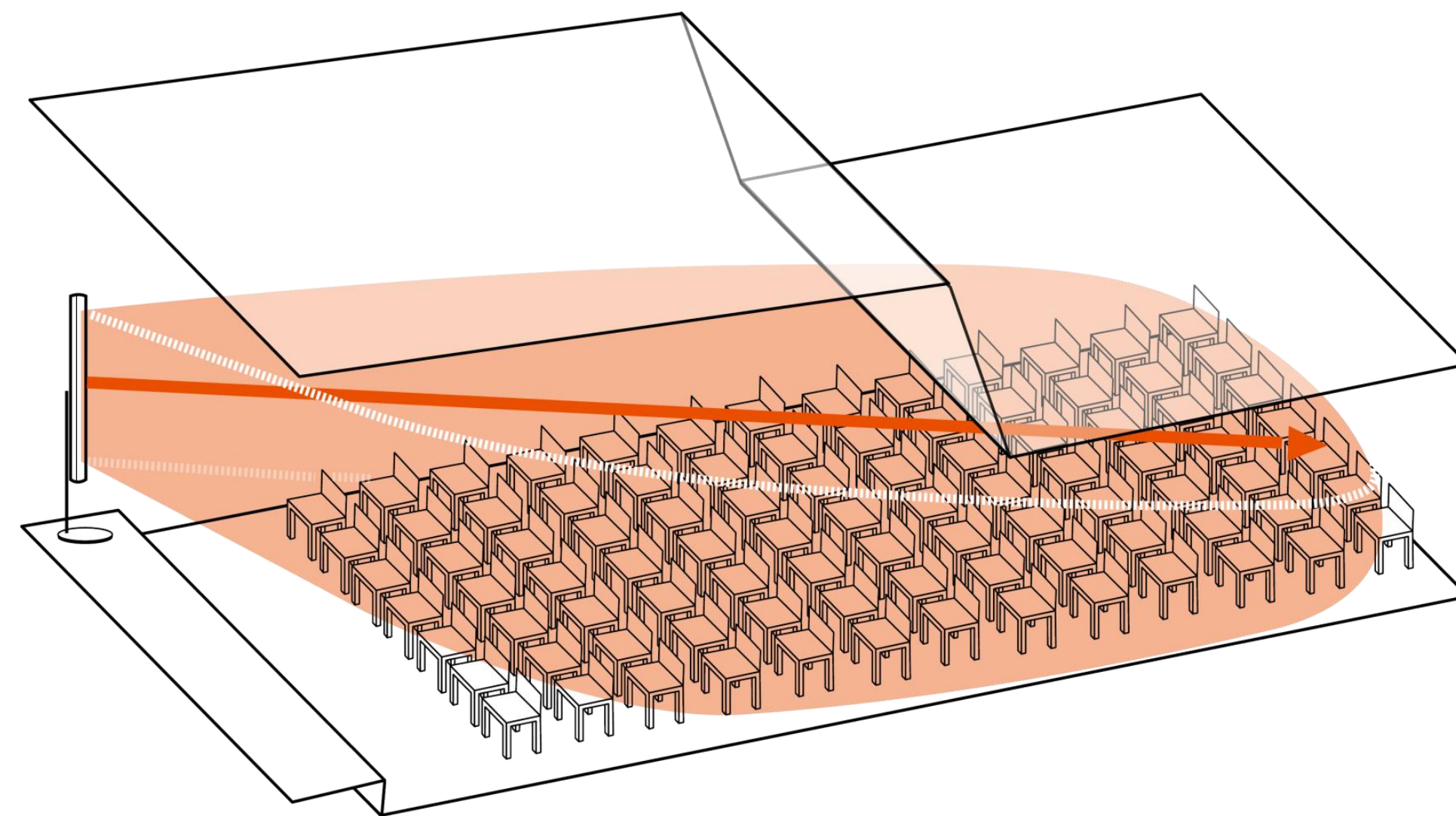




Beam-steering

Cos'è e come utilizzarlo nei sistemi audio

Giulia Nicosia
giulia.nicosia@fohhn.com



Cosa vedremo oggi:

- Direttività
- Cos'è il suono
- Somma delle Fonti sonore
- Line Array meccanici
- Line Array digitali

Alla ricerca della direttività:

La storia dell'evoluzione dell'audio è stata mossa dalla ricerca del controllo della direttività. Ovvero come controllare il suono all'interno di grandi spazi, come arene o all'aperto, in teatri, chiese o in luoghi con acustica difficile, eccetera.

Alla ricerca della direttività:

Point source

Line arrays

Colonne di array digitali per beam-steering

Ottimizzazione con il beam-shaping

Cos'è il suono?

Il suono è fenomeno fisico prodotto da una vibrazione, ovvero una variazione della pressione atmosferica, che nel tempo che si propaga in un mezzo elastico come l'aria.

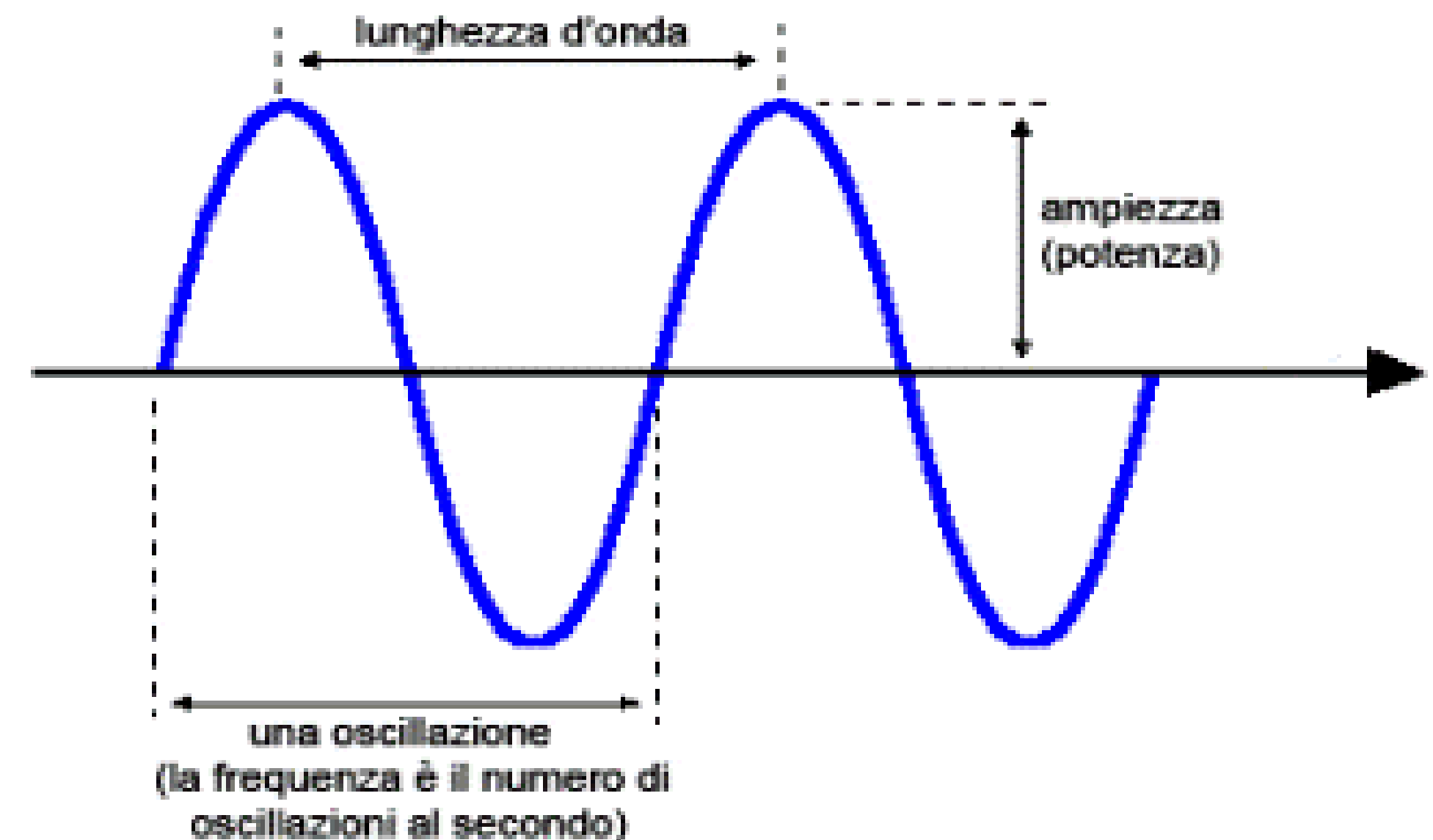
L'onda sonora si propaga a velocità costante e la sua lunghezza può definirsi:

$$l = c/f$$

l = lunghezza d'onda

c = velocità del suono (343 m/s)

f = frequenza



Cos'è il suono?

La **frequenza** è il numero che definisce quante volte al secondo oscilla **un'onda sonora**, si misura infatti in cicli al secondo, detti più comunemente **Hertz** (Hz) in onore del noto fisico tedesco Heinrich Hertz che scoprì le onde elettromagnetiche.

Una **lunghezza d'onda** è la distanza a cui l'onda viaggia durante una completa **oscillazione**. La gamma di frequenze udibili copre circa 10 ottave da 16 Hz a 16 kHz, in lunghezza d'onda da 20 m a 2 cm.

La **velocità c** di propagazione di un'onda sonora è circa 343 m/s (variabile con la temperatura dell'aria e l'umidità).

Cos'è il suono?

L'onda impiega quindi circa 3 ms per percorrere 1 metro in linea retta, salvo presenza di ostacoli o condizioni atmosferiche che possano deviarla.

Anche in un ambiente ideale senza disturbi nella propagazione in aria, l'onda sonora perde energia proporzionalmente alla distanza percorsa e all'aumentare della frequenza.

Più una sorgente sarà lontana, meno livello avremo e in aggiunta avremo una attenuazione delle frequenze più alte.

All'aumentare della distanza la potenza acustica irradiata da un altoparlante copre una area maggiore.

Ciò significa che la pressione acustica è inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Cosa succede se si hanno più fonti sonore? Come potrebbe essere il caso dei line array.
Come si sommano le onde sonore?

Segnali coerenti

Supponiamo di avere due sorgenti ideali che producono lo stesso segnale con stessa relazione di fase e intensità. Se la distanza tra le sorgenti e la loro dimensione è minore in relazione alla lunghezza d'onda, si avrà un aumento di 6 dB.

Questa é la situazione ideale in cui otteniamo il massimo da due altoparlanti.

Questo vale anche per due subwoofer vicini. Se la distanza fra i due centri è di 1,2 m, l'efficienza raddoppia al di sotto di 100 Hz (lunghezza d'onda di 3.4 metri).

La distanza fra le due fonti deve essere basata sulla frequenza che vogliamo controllare.

Concetti chiave:

Il suono è un'onda e le onde interferiscono l'una con l'altra.

Una sorgente puntiforme ideale, irradia suono in tutte le direzioni. Con una perdita di -6dB per ogni raddoppiamento della distanza.

Una sorgente lineiforme ideale, invece, perde soltanto -3dB.

Combinando molti altoparlanti in un array, il pattern di radiazione diventa direzionale.

Nella direzione delle onde di suono c'è una somma, nell'altra una cancellazione.

Line Array – un „beam-steering“ meccanico

Un array di loudspeaker è una collezione di fonti sonore assemblata in modo da ottenere una copertura, impossibile da ottenere con una sorgente puntiforme.

L'array è più potente e può avere un beam più ampio o più stretto dei singoli elementi. In ogni caso lo scopo principale è solitamente quello di raggiungere maggiori distanze, in particolare con le frequenze alte.



Cos'è il beam-steering digitale?

Una tecnica per cambiare la direzione del principale lobo del pattern di radiazione che si utilizza per indirizzare l'audio da sorgenti sonore in una zona di ascolto.

Digitalmente tramite i DSP é possibile cambiare la fase degli altoparlanti installati in una colonna, al fine di cancellare o sommare il suono dove desiderato.

Ogni speaker ha il suo canale di amplificazione e riceve un segnale calcolato individualmente. Tutti i driver vicini l'uno all'altro lavorano assieme e formano il beam desiderato.

Il principio può funzionare sia orizzontalmente che verticalmente.



VERTICALMENTE



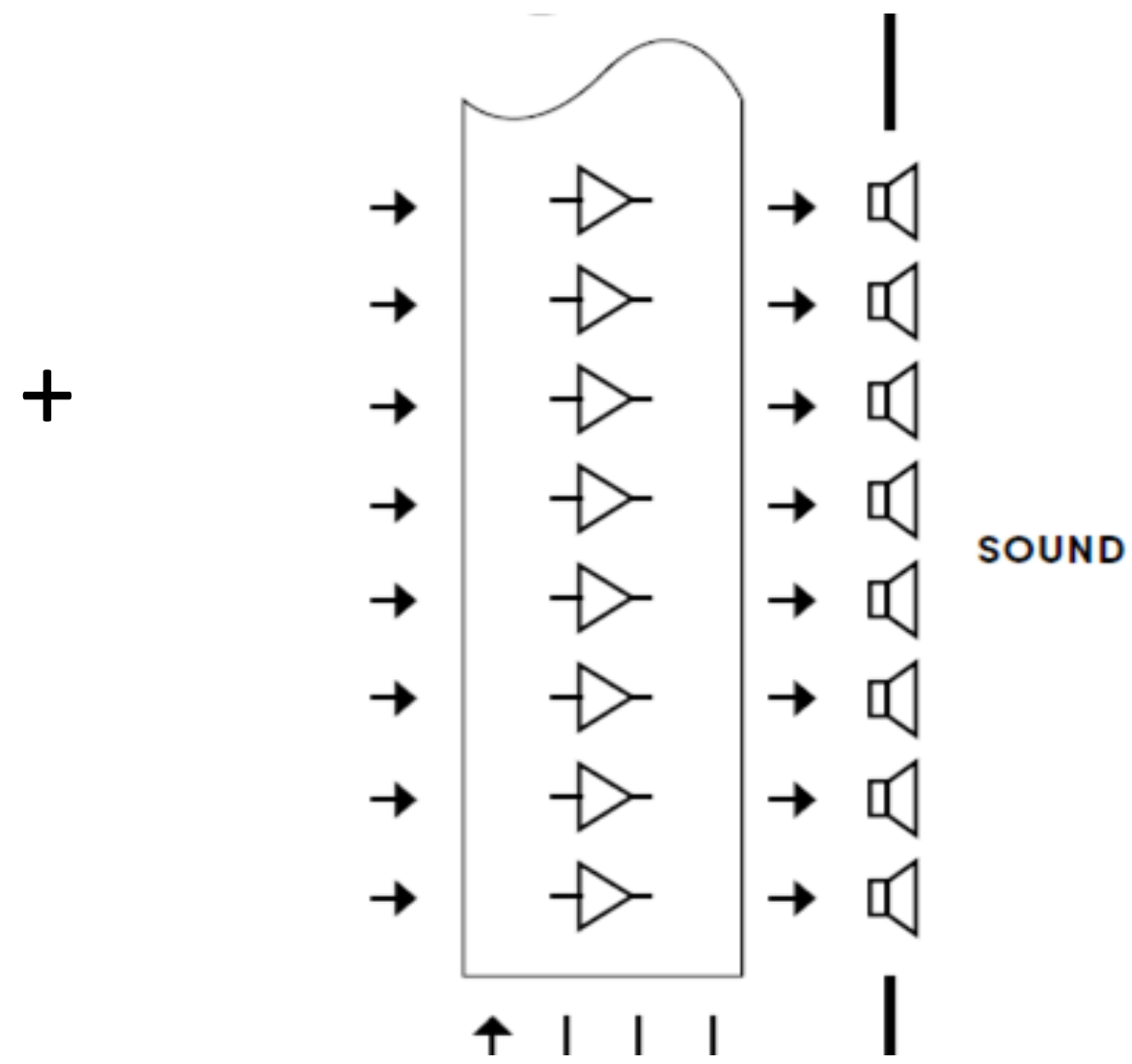
ORIZZONTALMENTE

Cosa serve:

Line Source



Segnali diversi per ogni driver

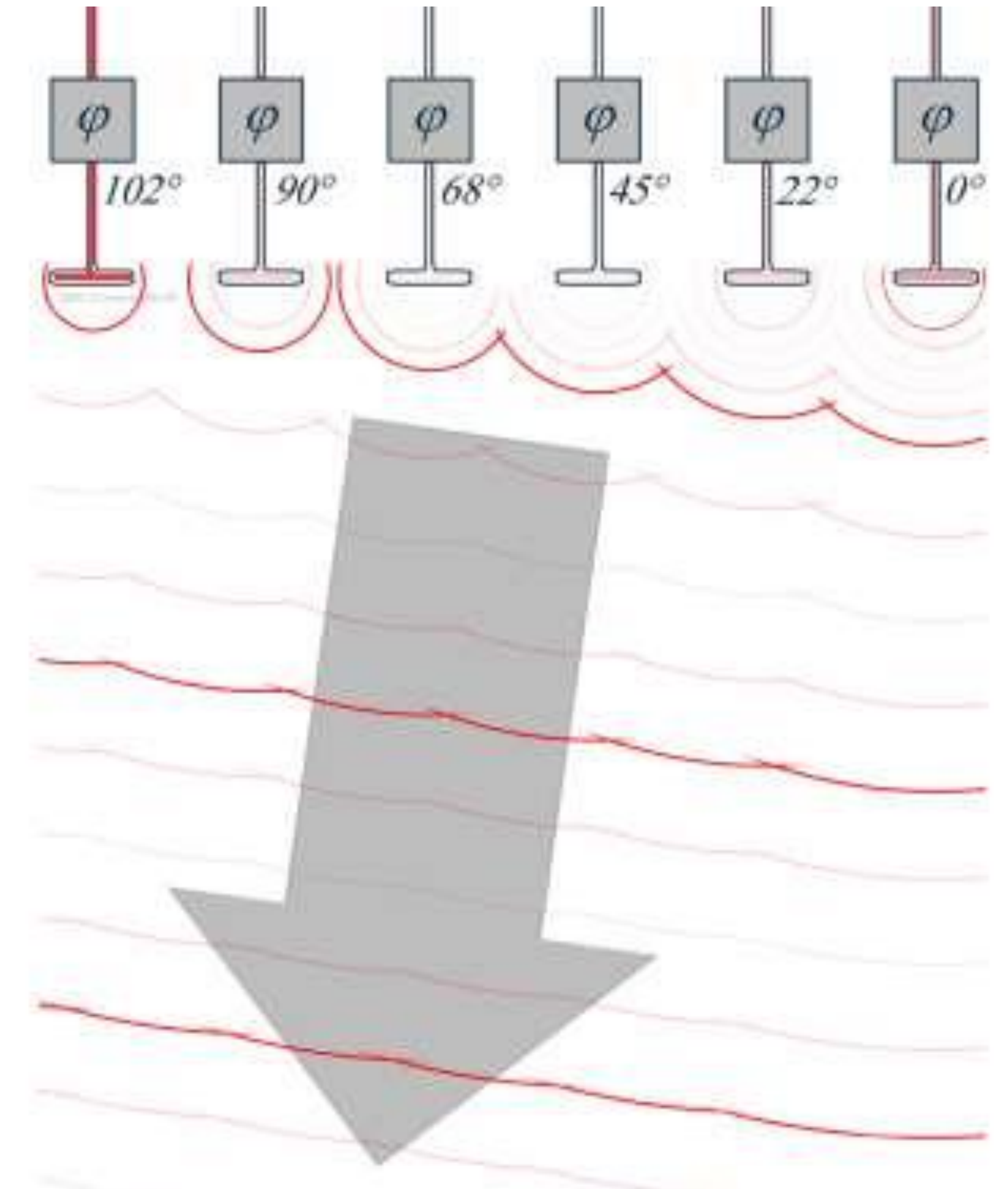
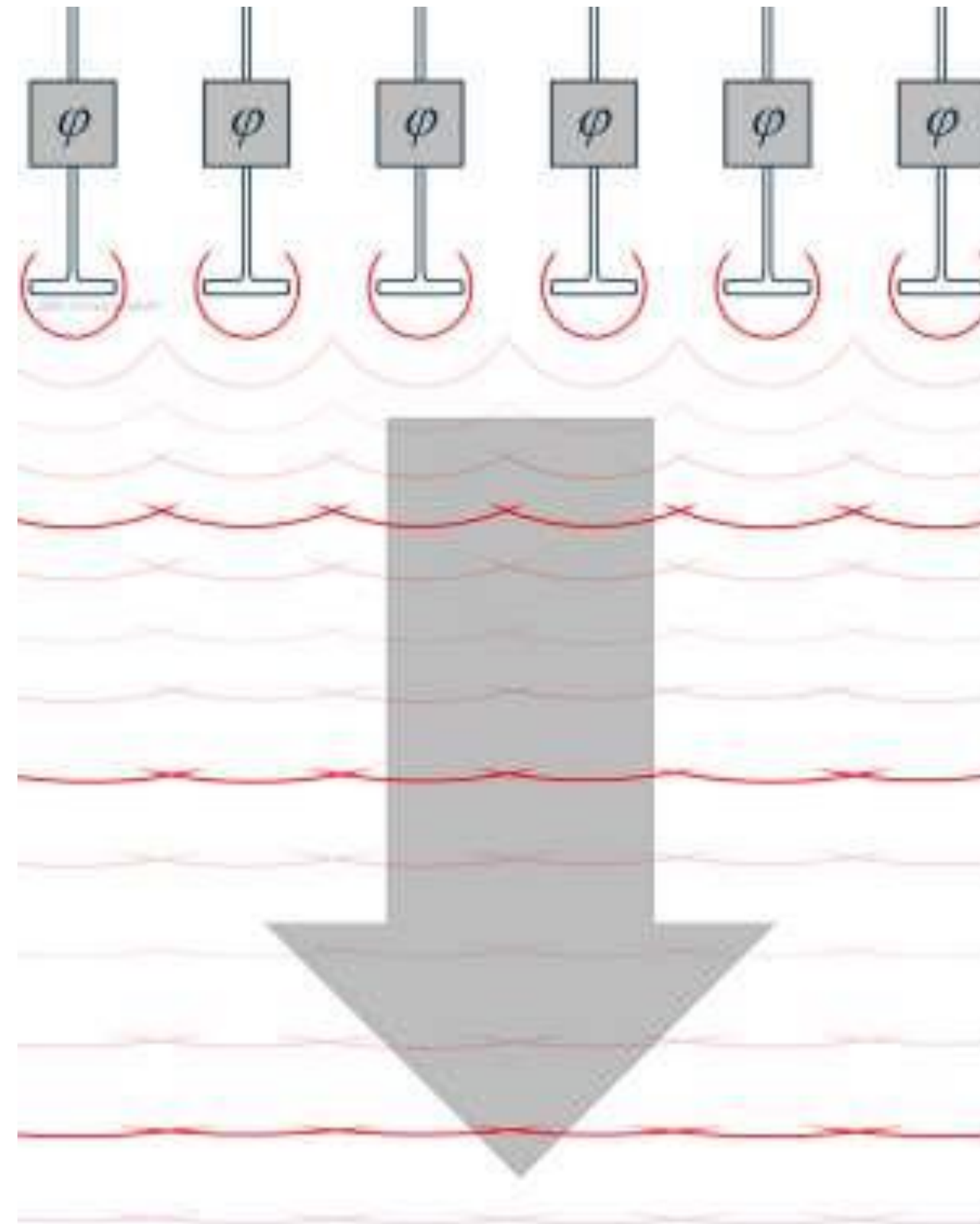


Come funziona:

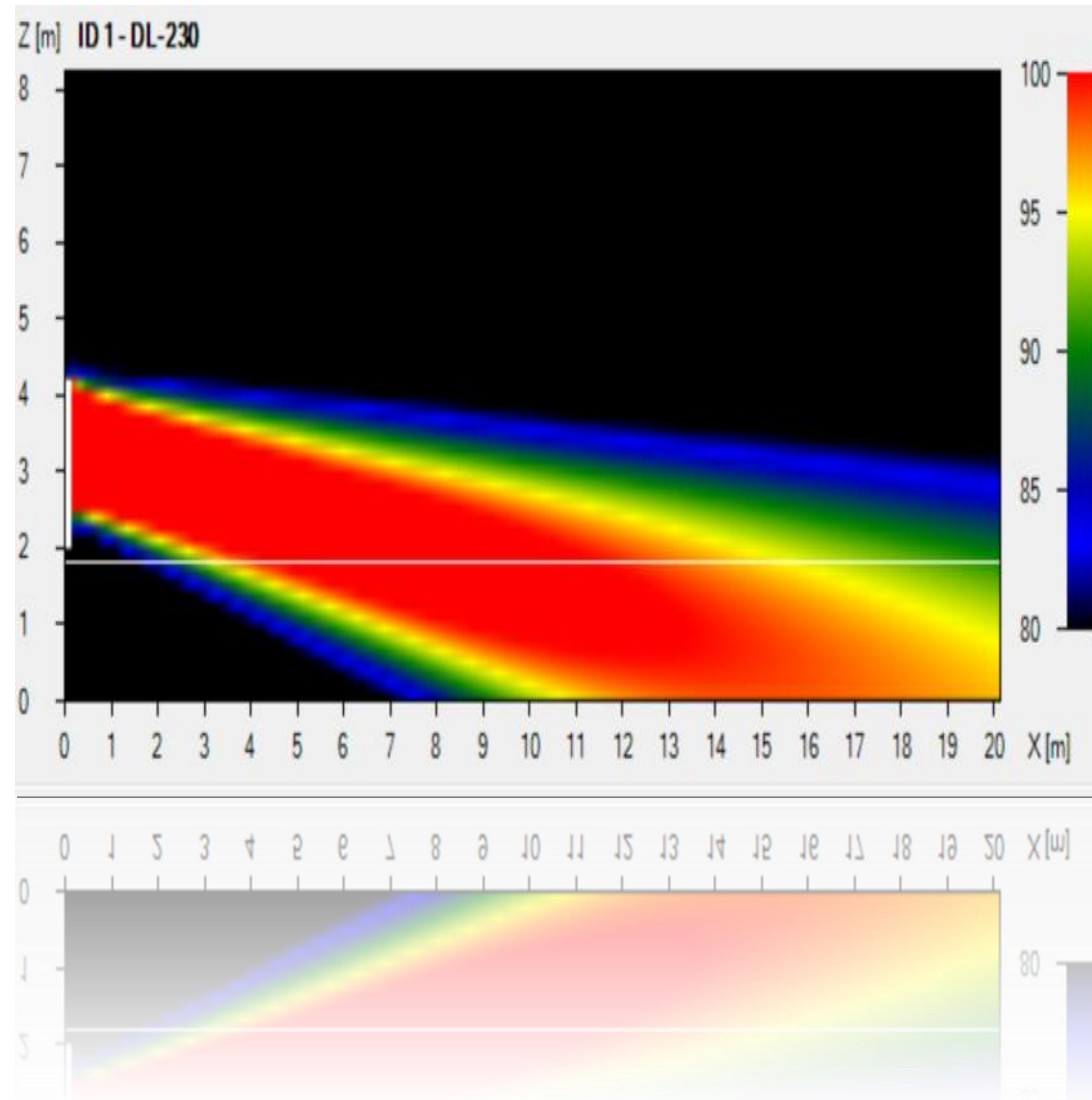
Variando la fase, il fronte d'onda del segnale può essere spostato.

Come una specie di delay su alcuni driver.

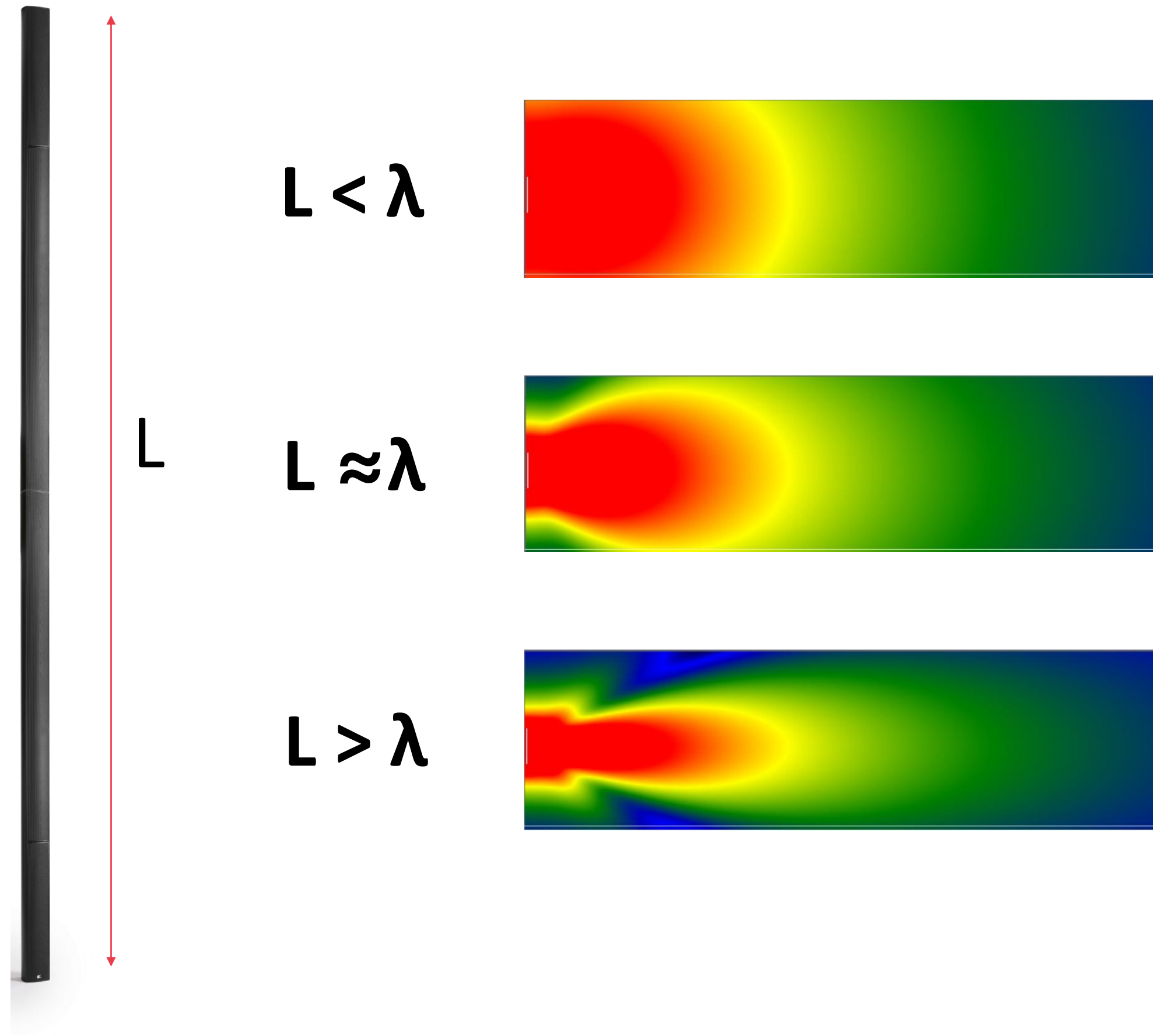
Possiamo immaginarlo fisicamente come una curvatura dell'array meccanico.



Beam steering:



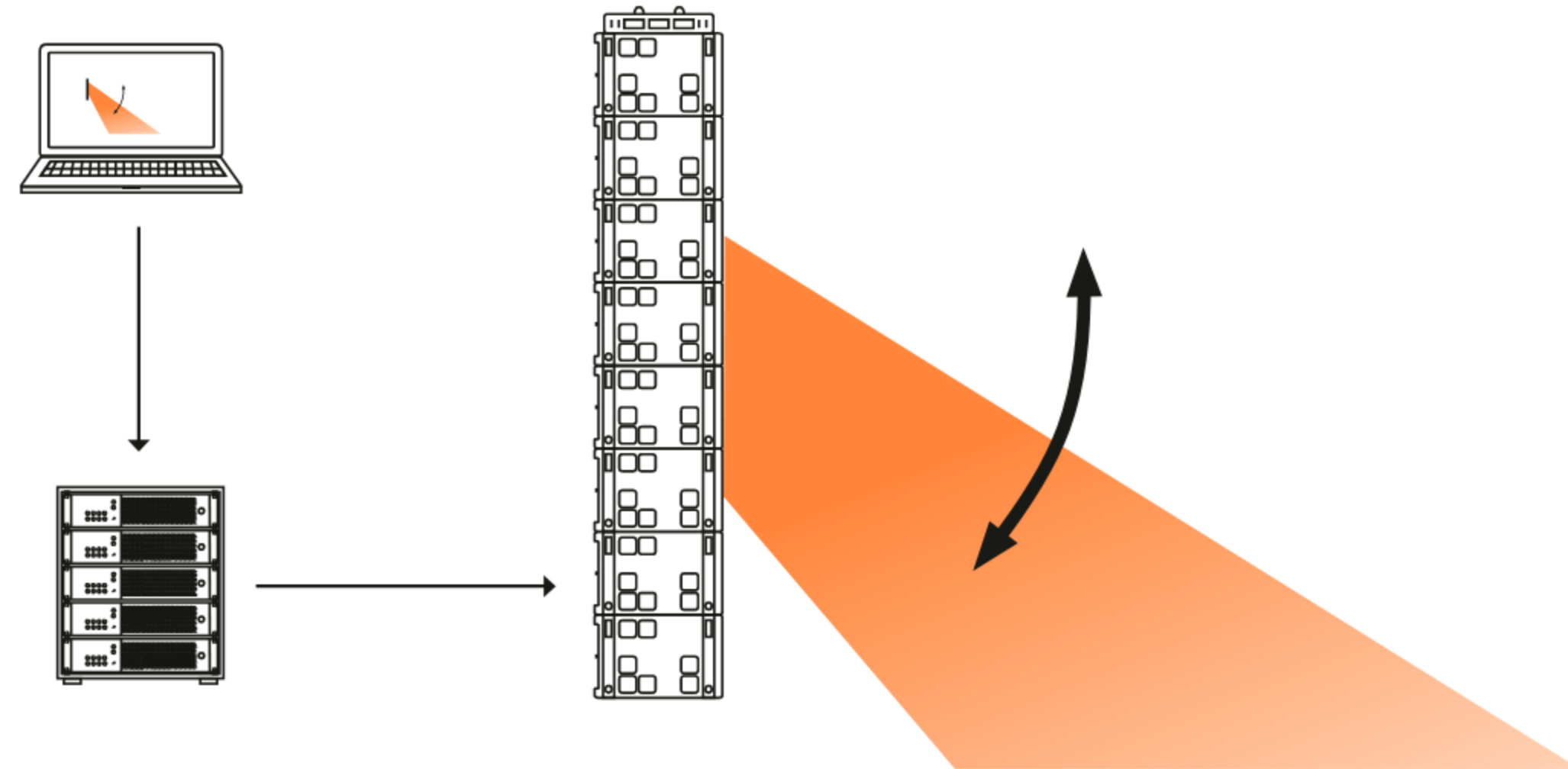
Che frequenze possiamo controllare?



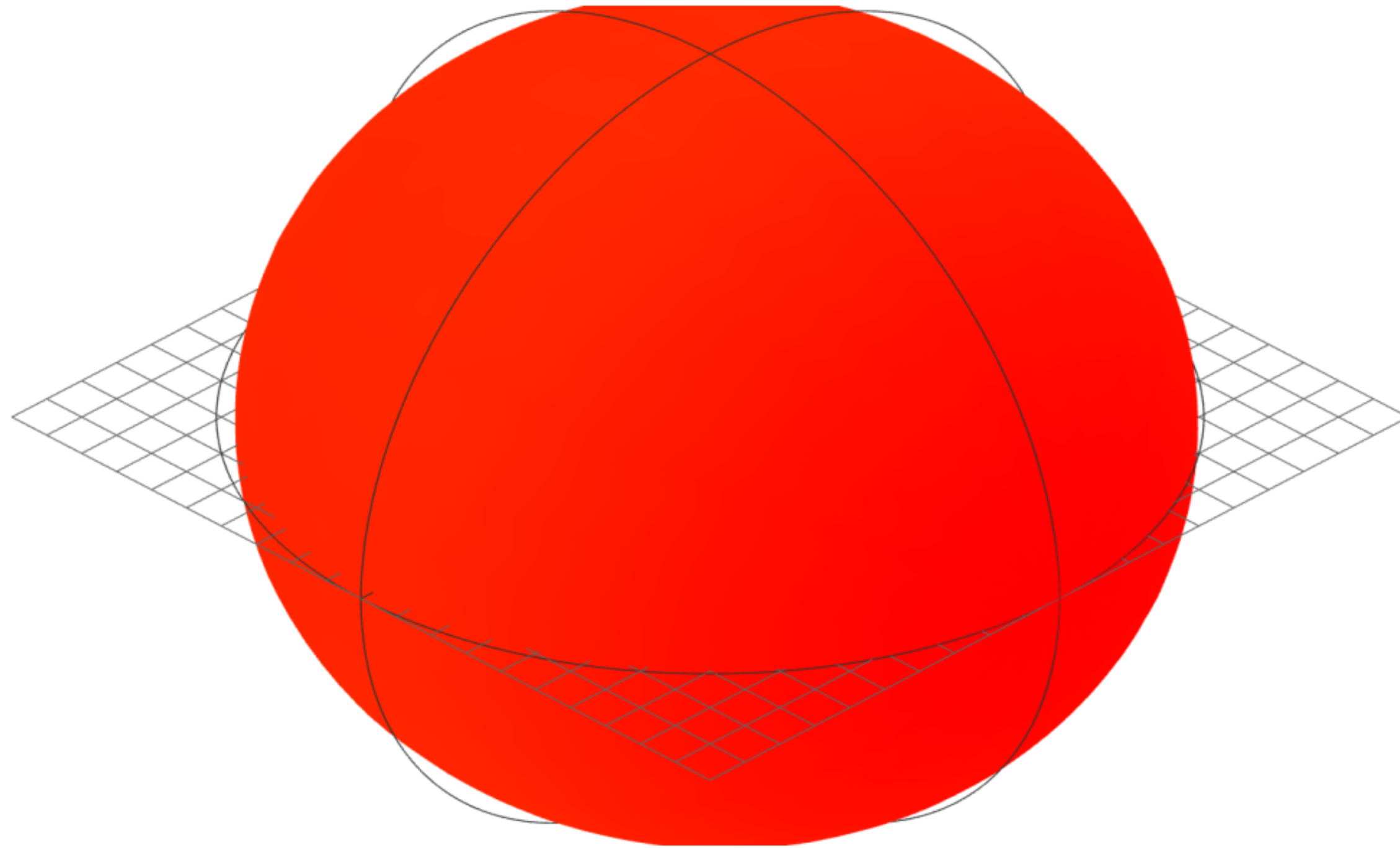
Frequenza (Hz)	Lunghezza d'onda (m)
50 Hz	6,88 m
100 Hz	3,44 m
200 Hz	1,72 m
400 Hz	0,86 m
800 Hz	0,43 m

Che frequenze possiamo controllare?

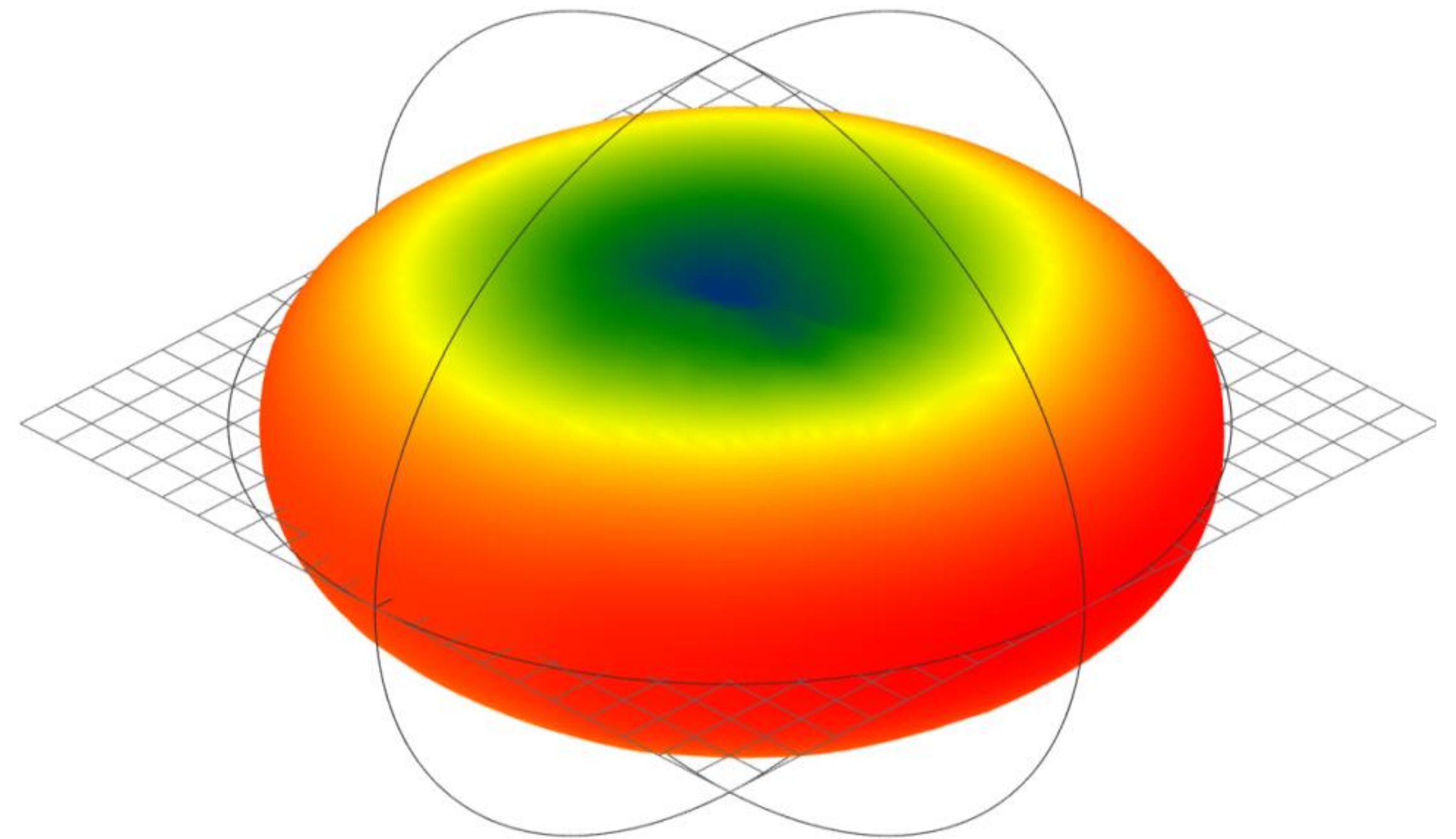
Per frequenze più basse sarà necessario un array molto lungo.



Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @250HZ

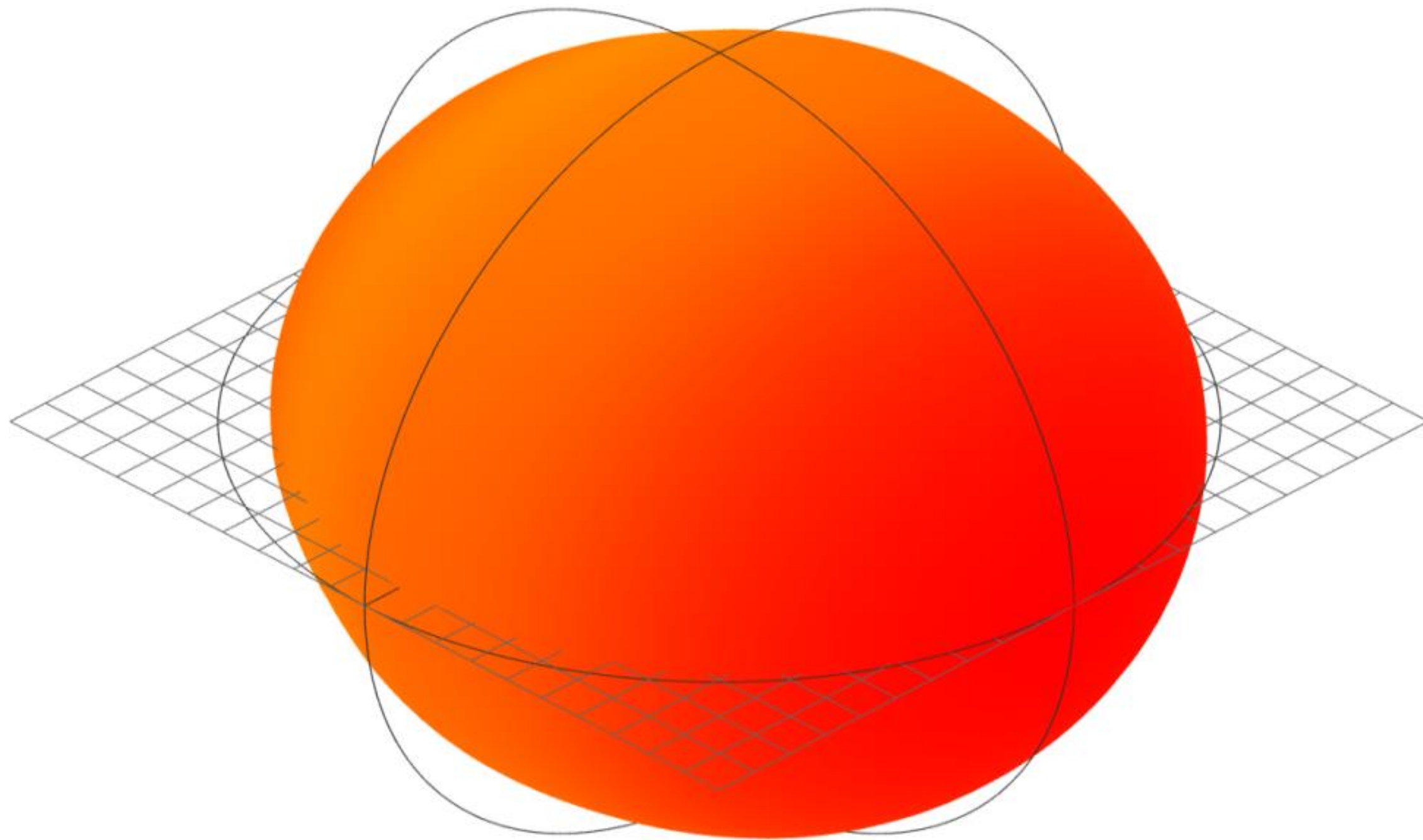


$2 \times 4''$

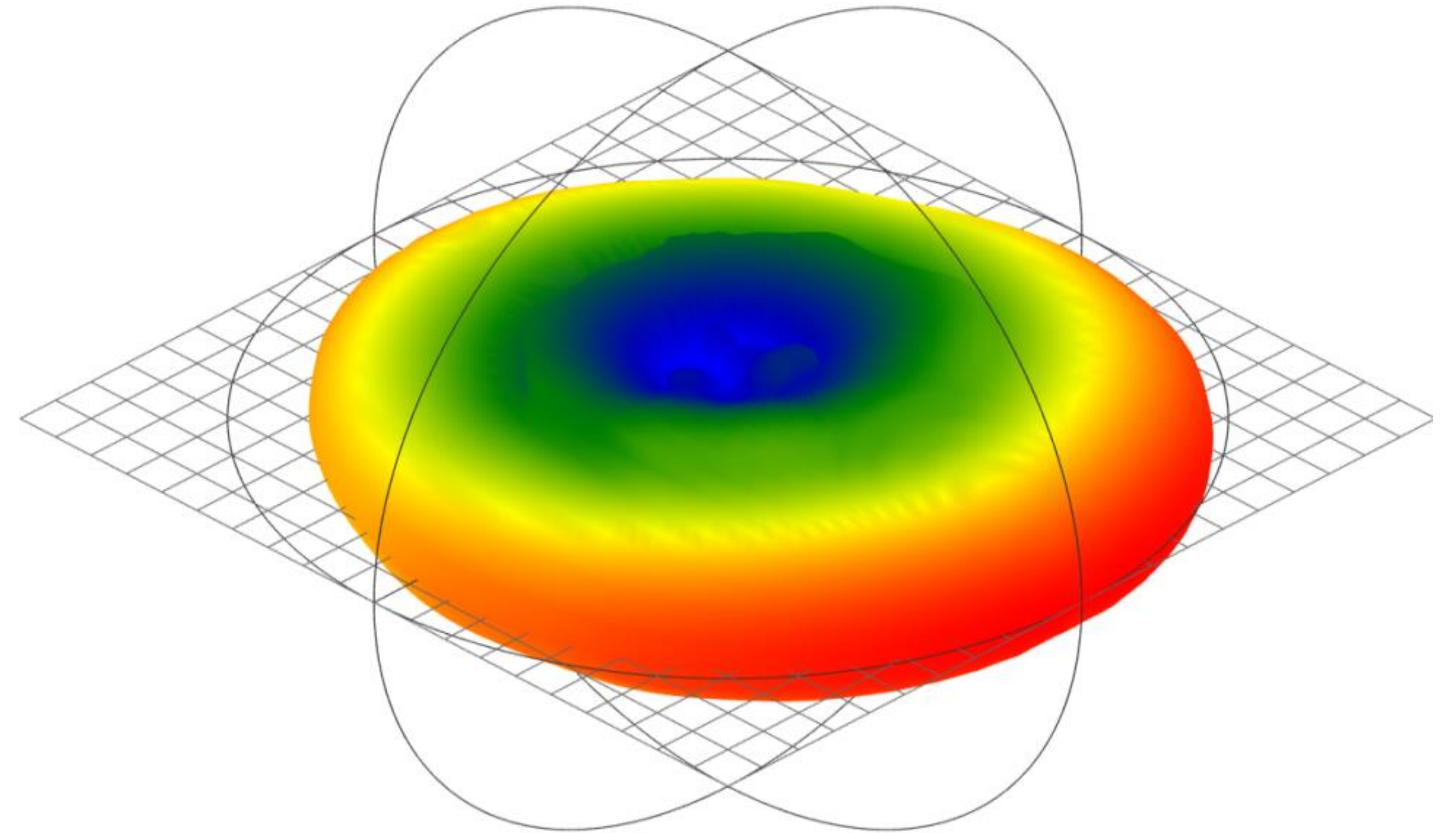


$18 \times 4''$

Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @500HZ

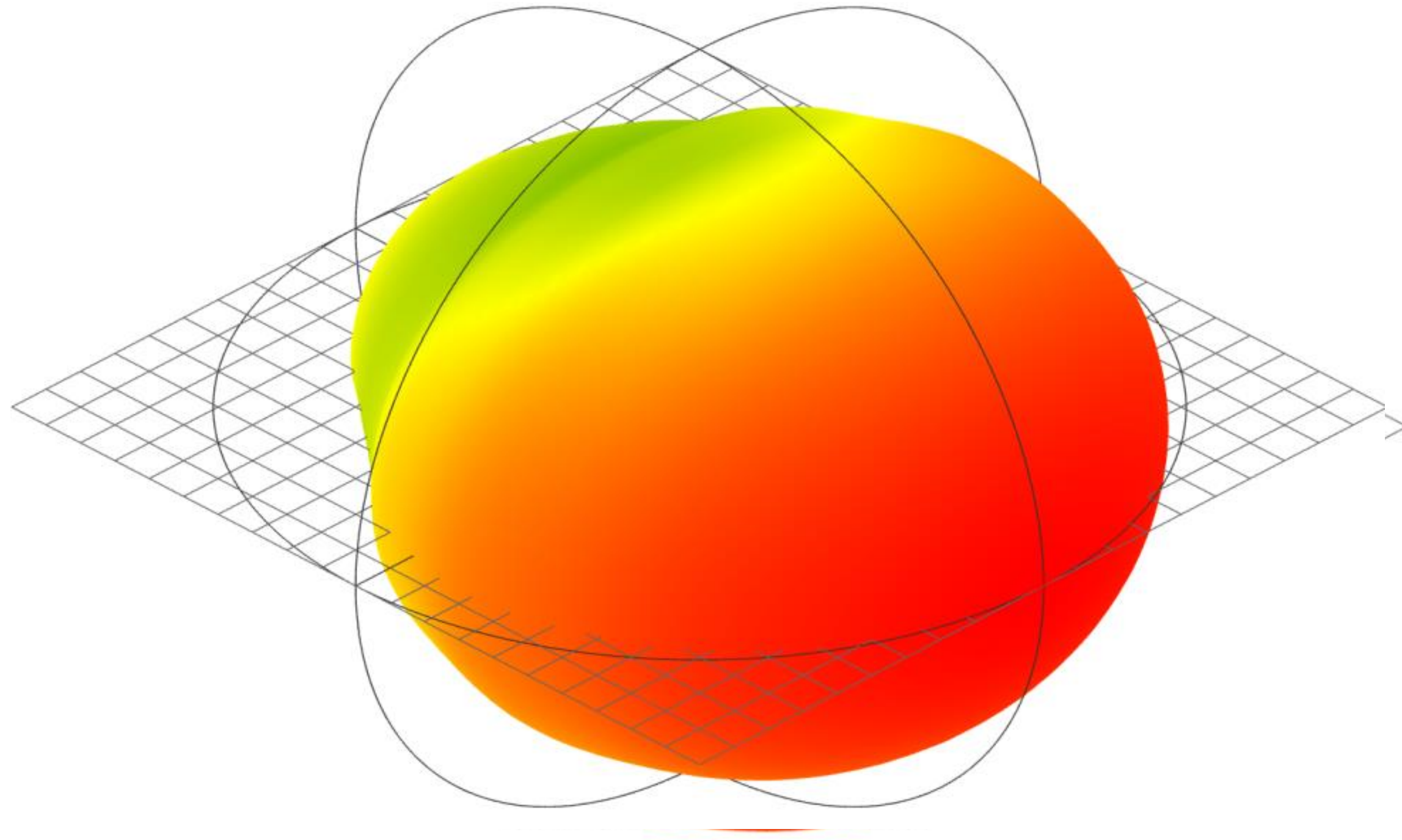


$2 \times 4''$

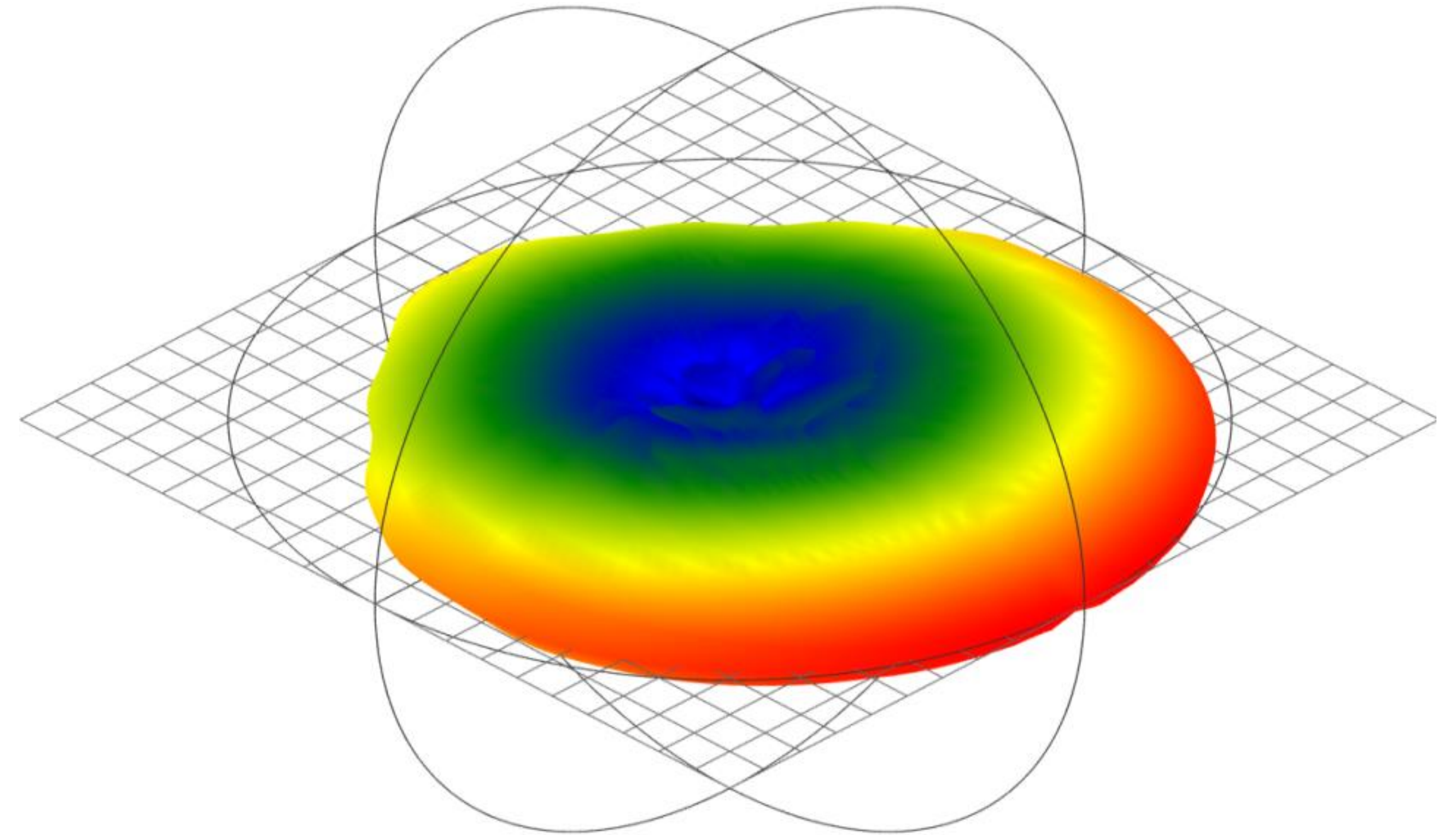


$18 \times 4''$

Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @1000HZ

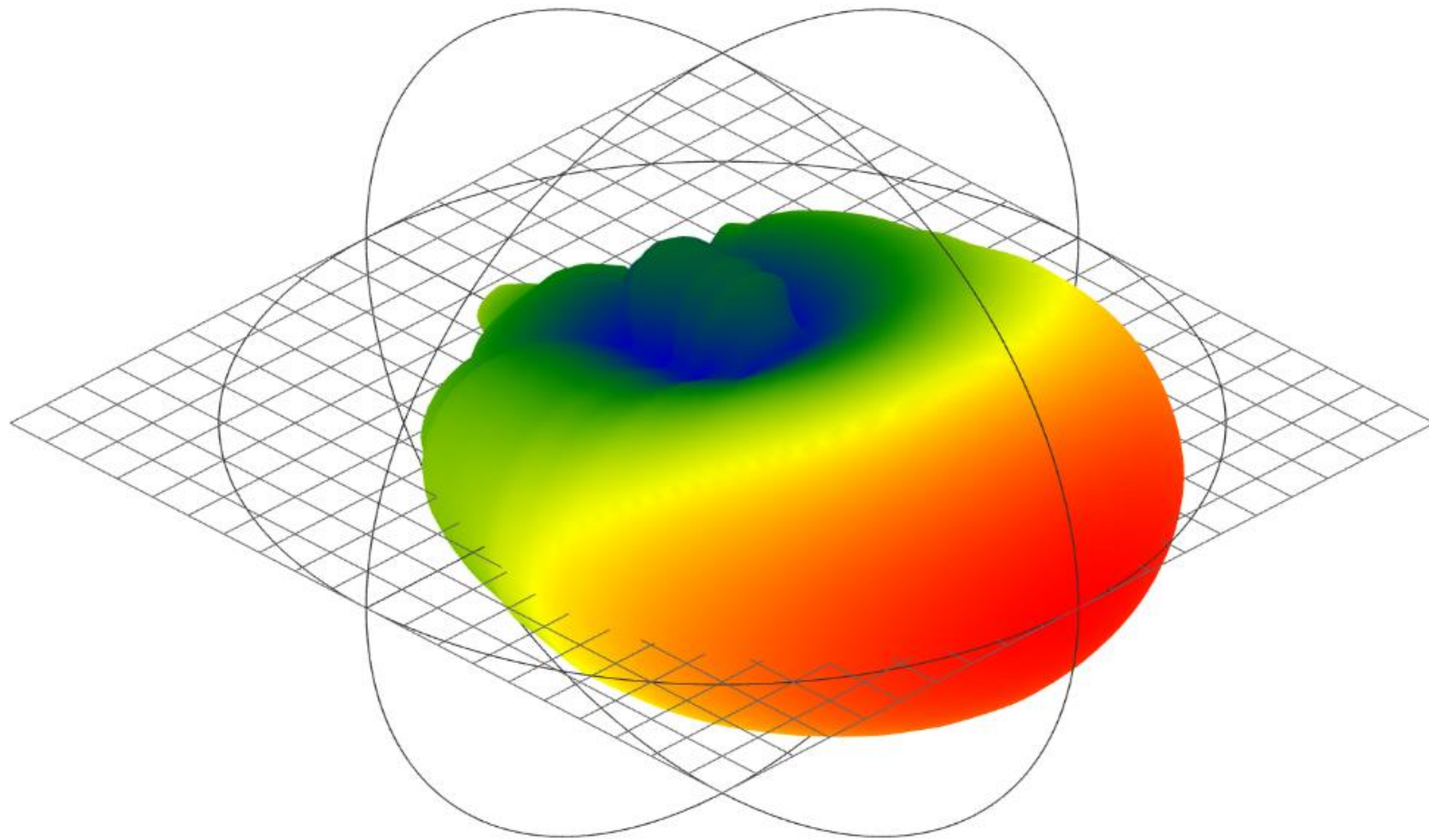


$2 \times 4''$

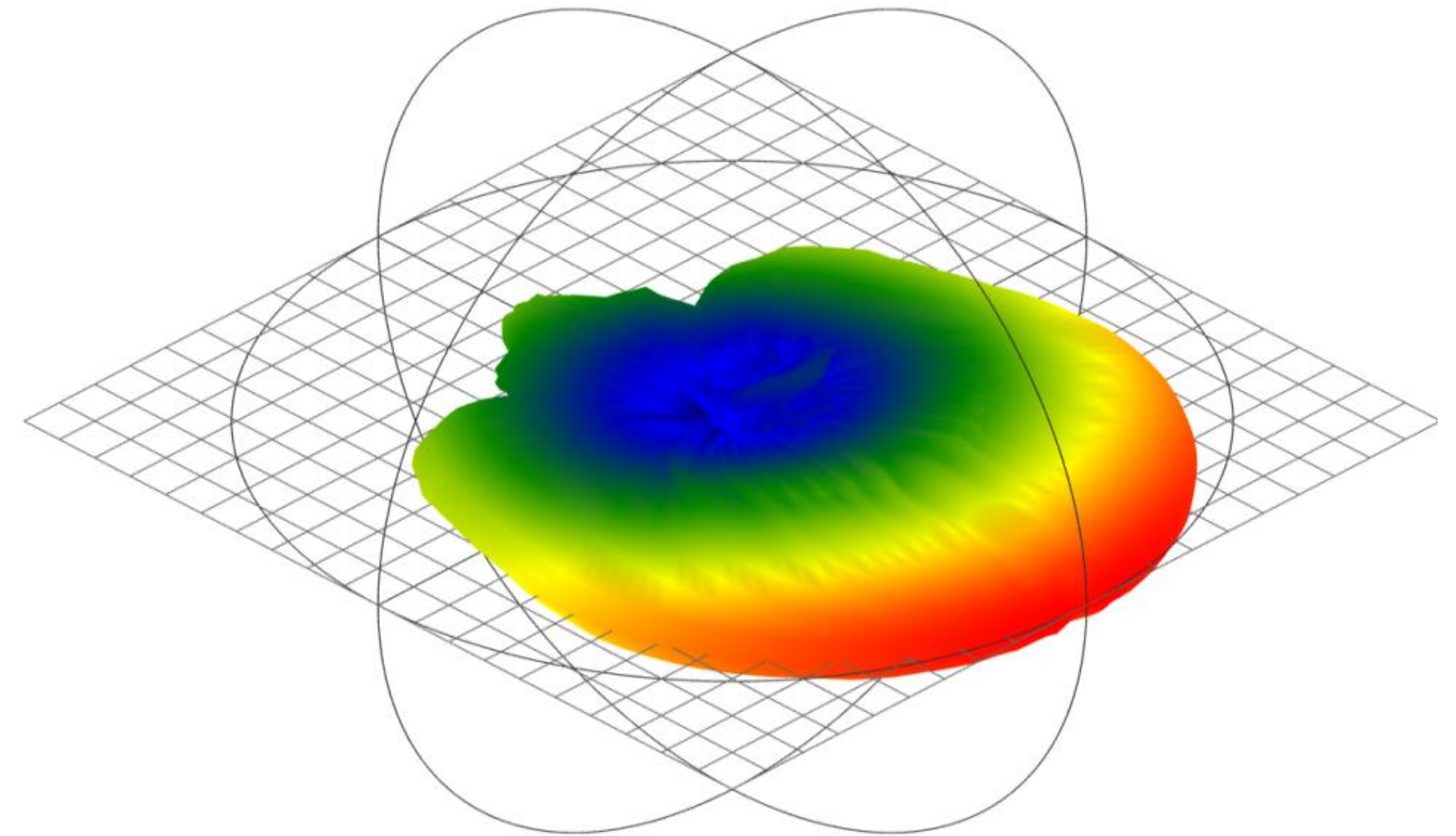


$18 \times 4''$

Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @2000HZ

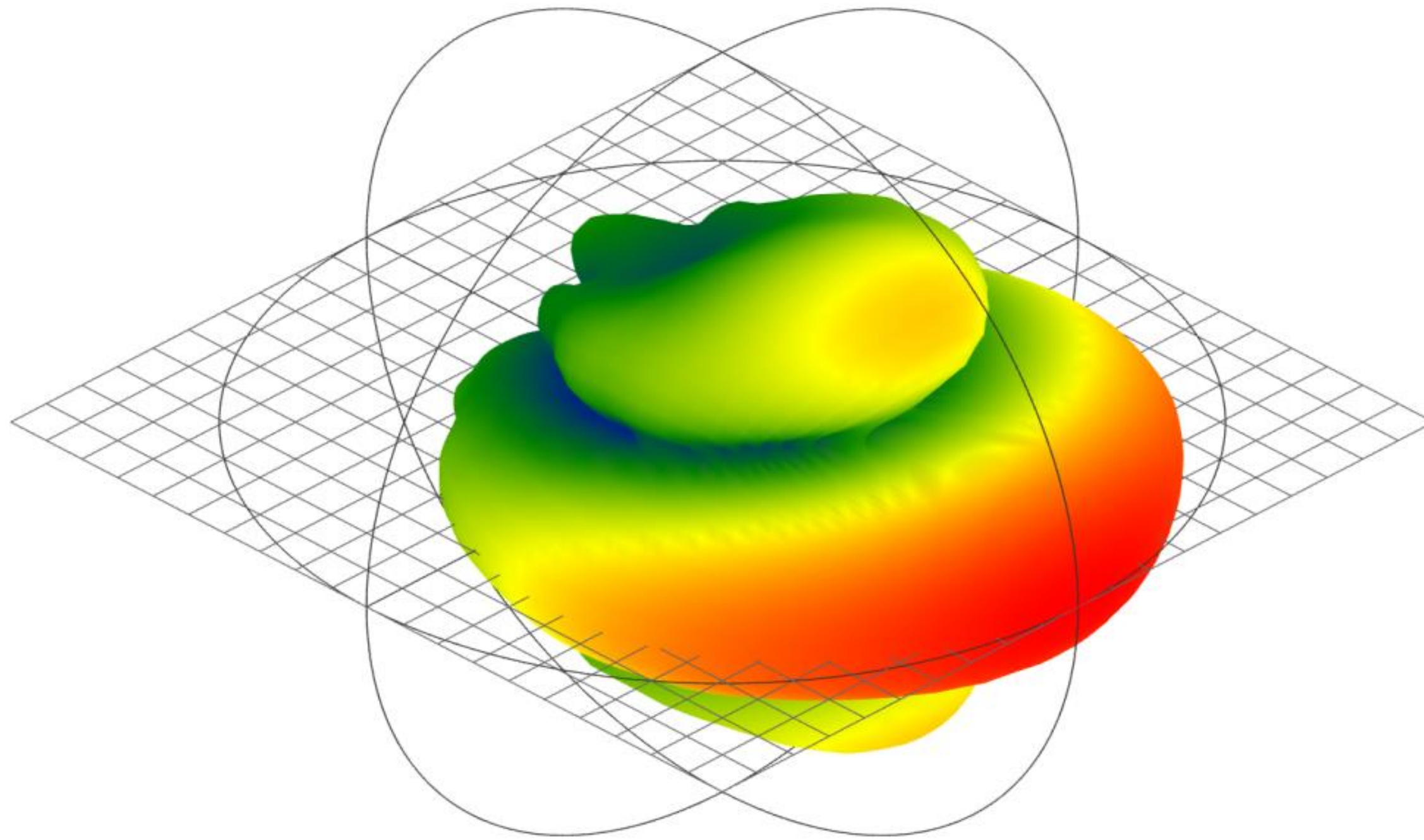


$2 \times 4''$

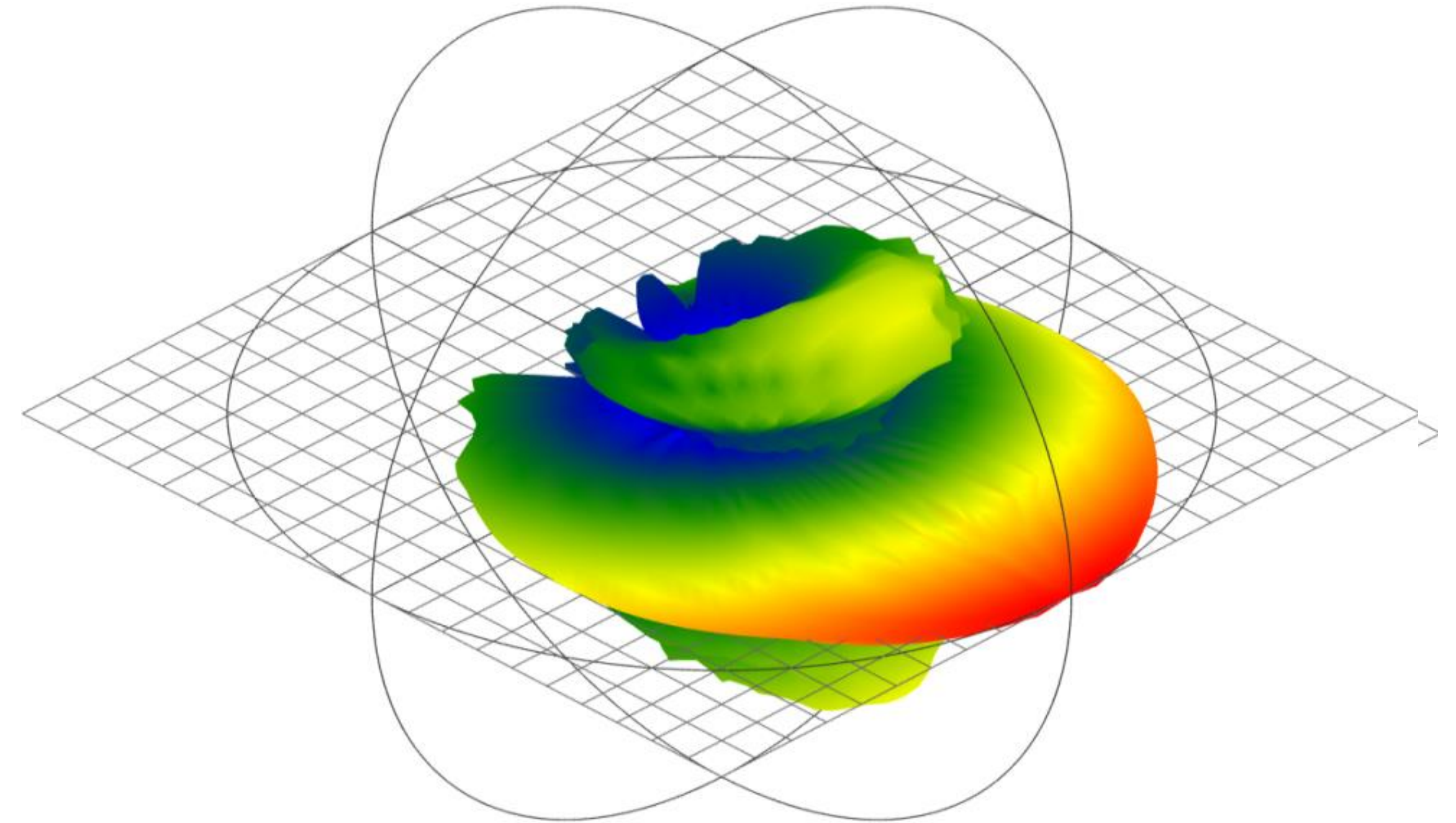


$18 \times 4''$

Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @4000HZ

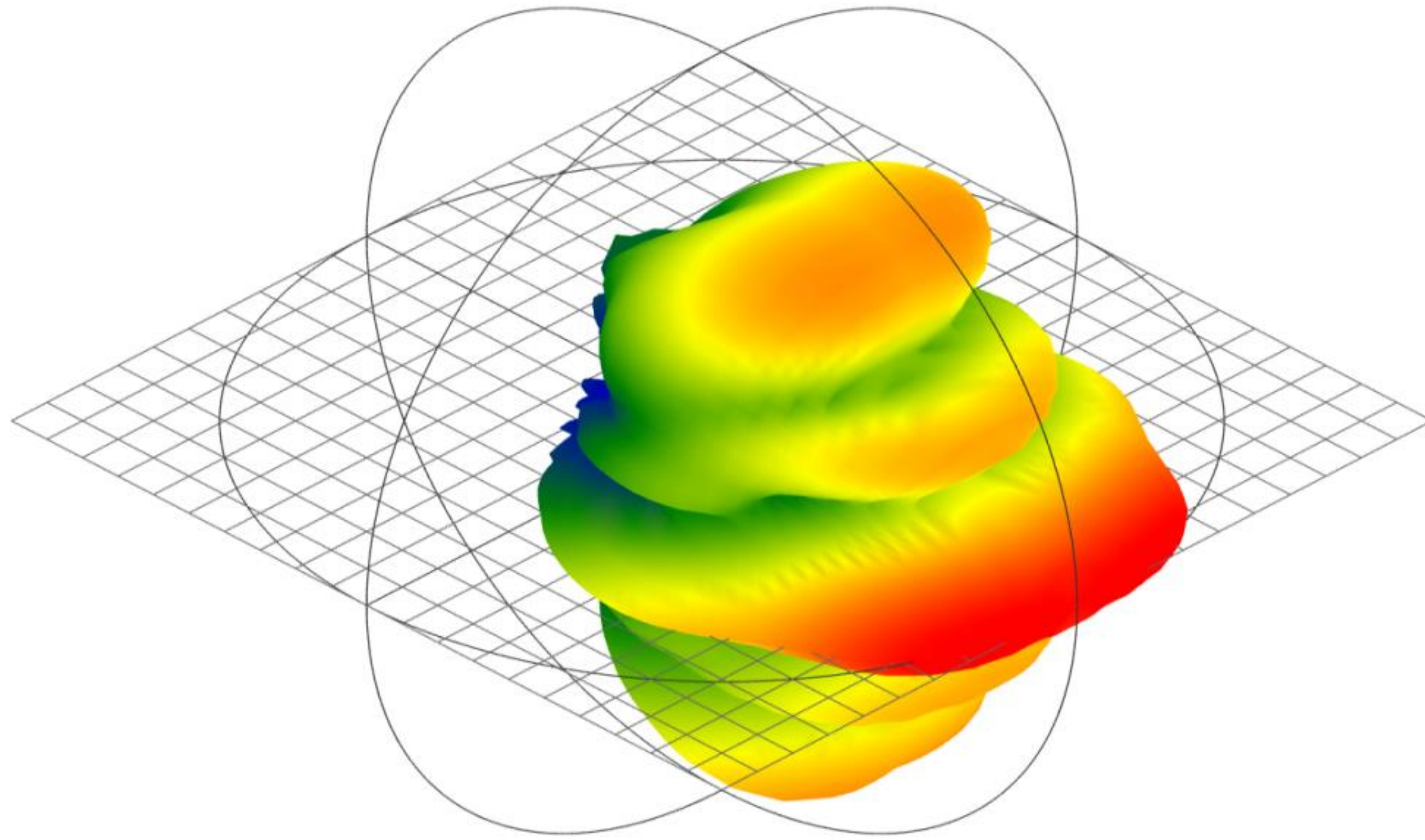


$2 \times 4''$

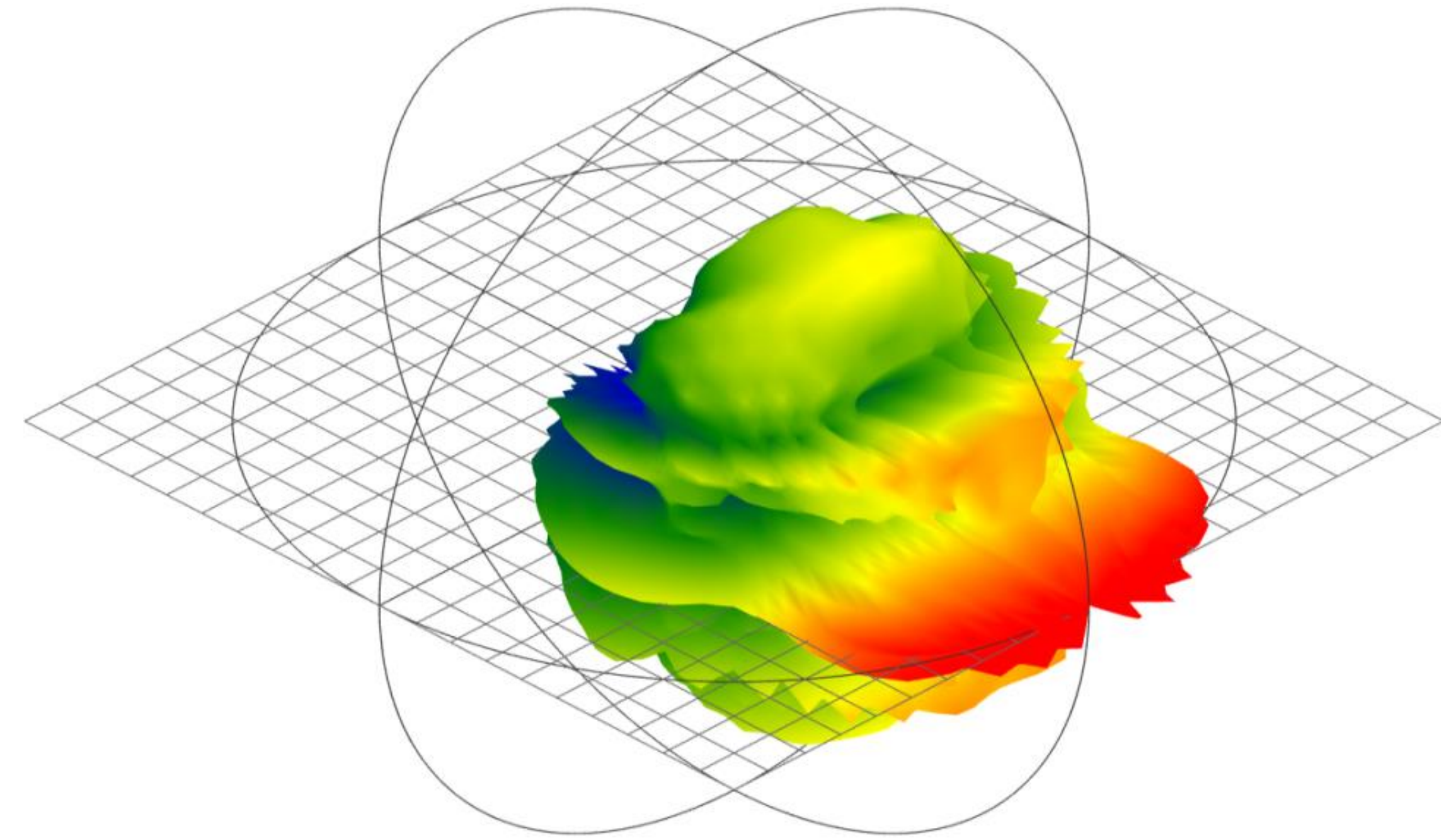


$18 \times 4''$

Confronto del comportamento di un $2 \times 4''$ e $18 \times 4''$ @8000HZ



$2 \times 4''$



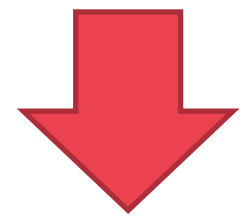
$18 \times 4''$

Tramite algoritmi più complessi è possibile gestire il suono il modo da potere controllare:

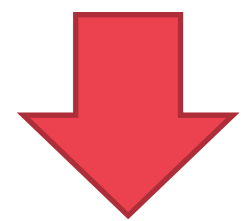
- L'angolo di apertura verticale
- Più di un beam
- Ridurre i lobi laterali (se desiderato)
- Aree di suono diverse

Benefici:

Copertura acustica controllata (con meno lobi laterali)



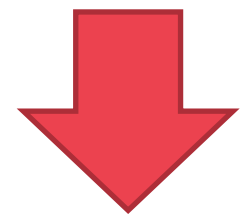
Riduzione delle rifrazioni



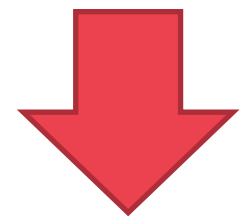
Aumento dell'intelligibilità del parlato/ Chiarezza musicale

Benefici:

Efficienza – l'energia è concentrata solo nelle aree



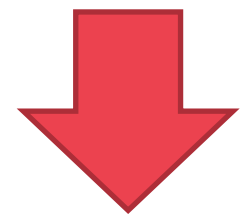
Sistemi potenti, ma compatti



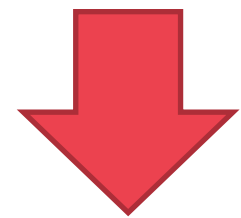
Integrazione visiva all'interno di architetture particolari (chiese, edifici storici) o
palchi

Benefici:

Copertura costante e uniforme



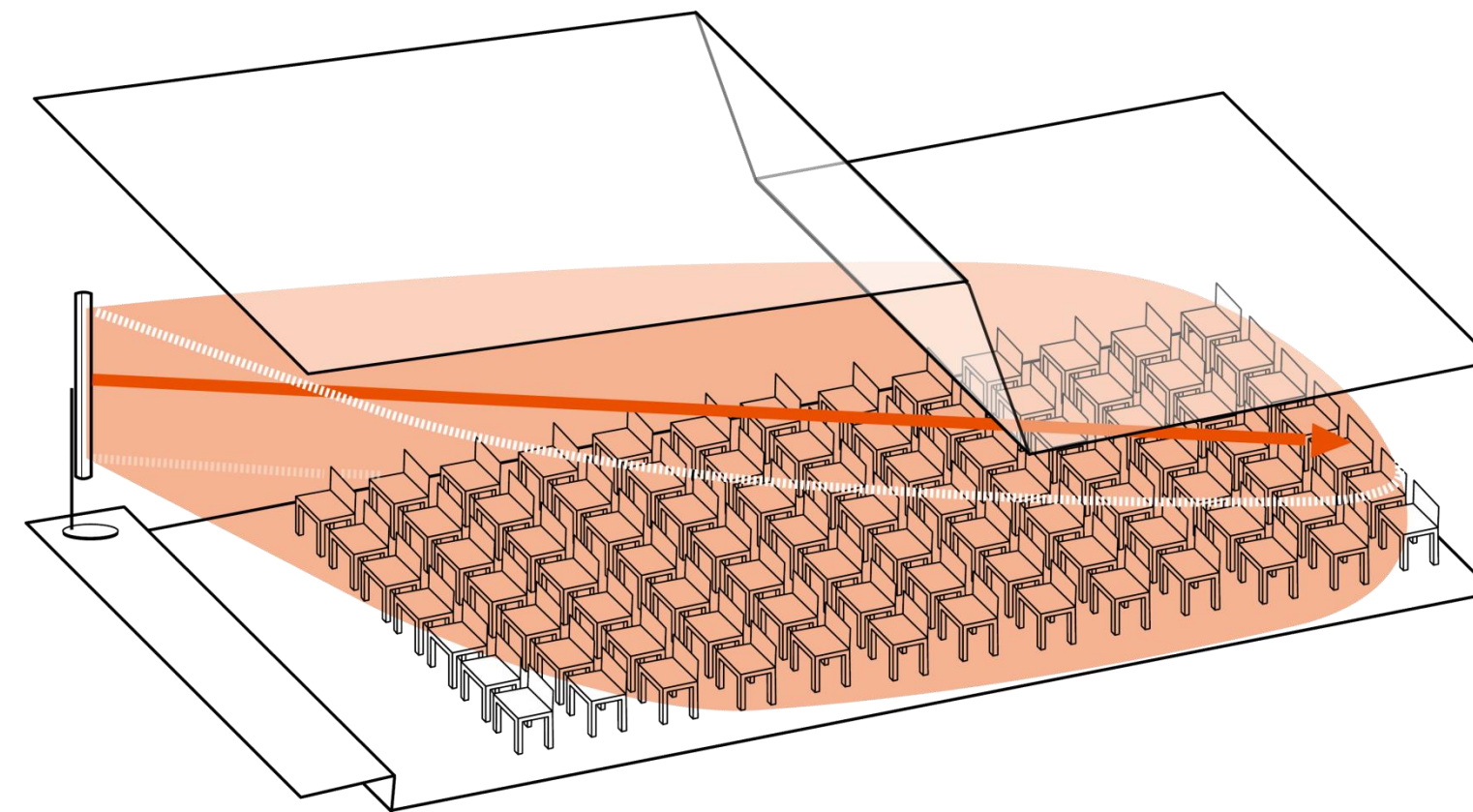
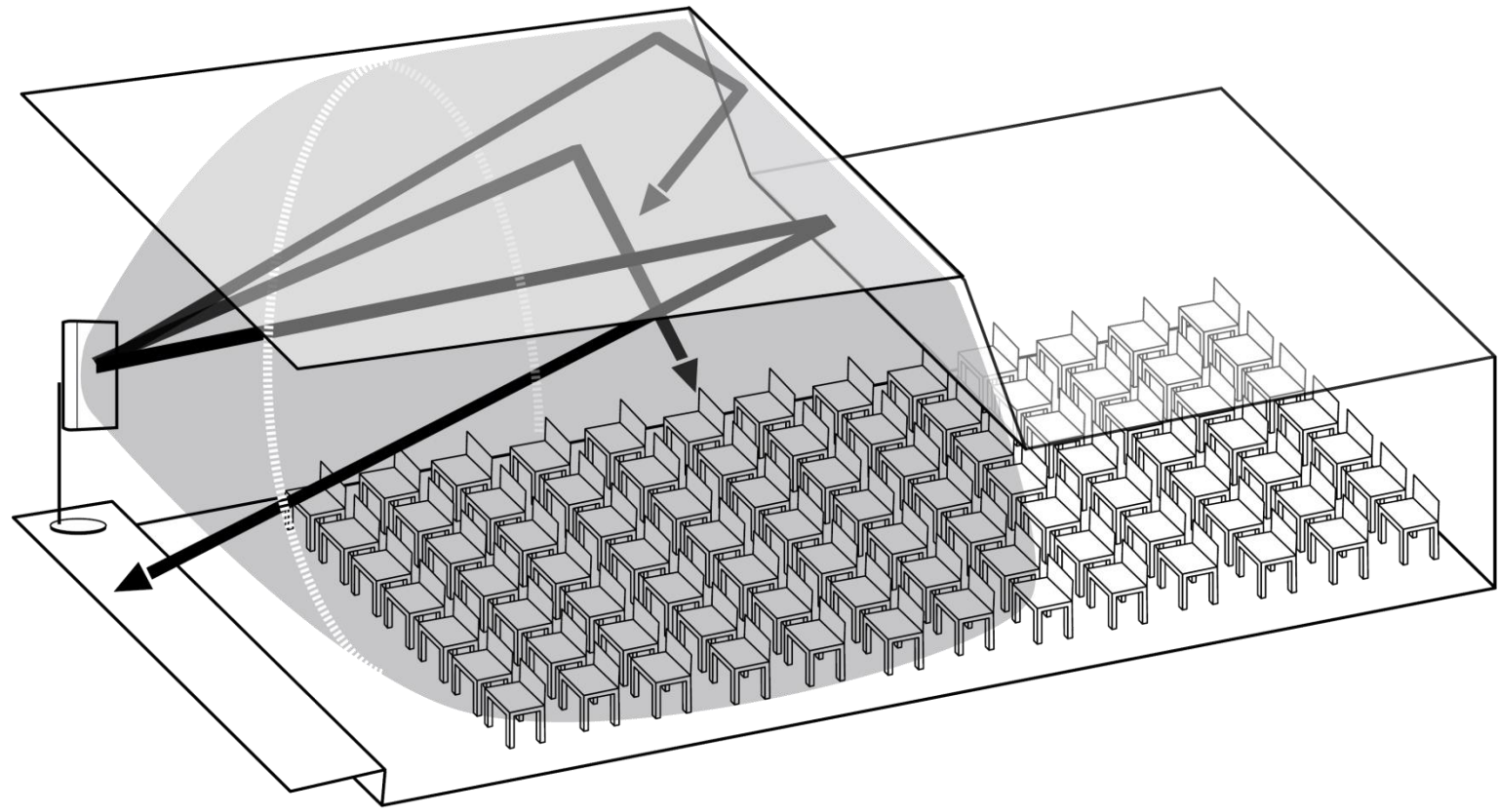
Regola dei -6 dB



Distribuzione uniforme e raggiungimento distanze notevoli

Benefici:

Evitare riflessioni indesiderate nella stanza:



Applicazioni principali:

Luoghi con Acustica difficile/lunga (ad esempio chiese)

Contesti in cui è necessaria una integrazione discreta (ad esempio produzioni televisive o di fianco a schermi) > massimizza la visual anche per luci e camere

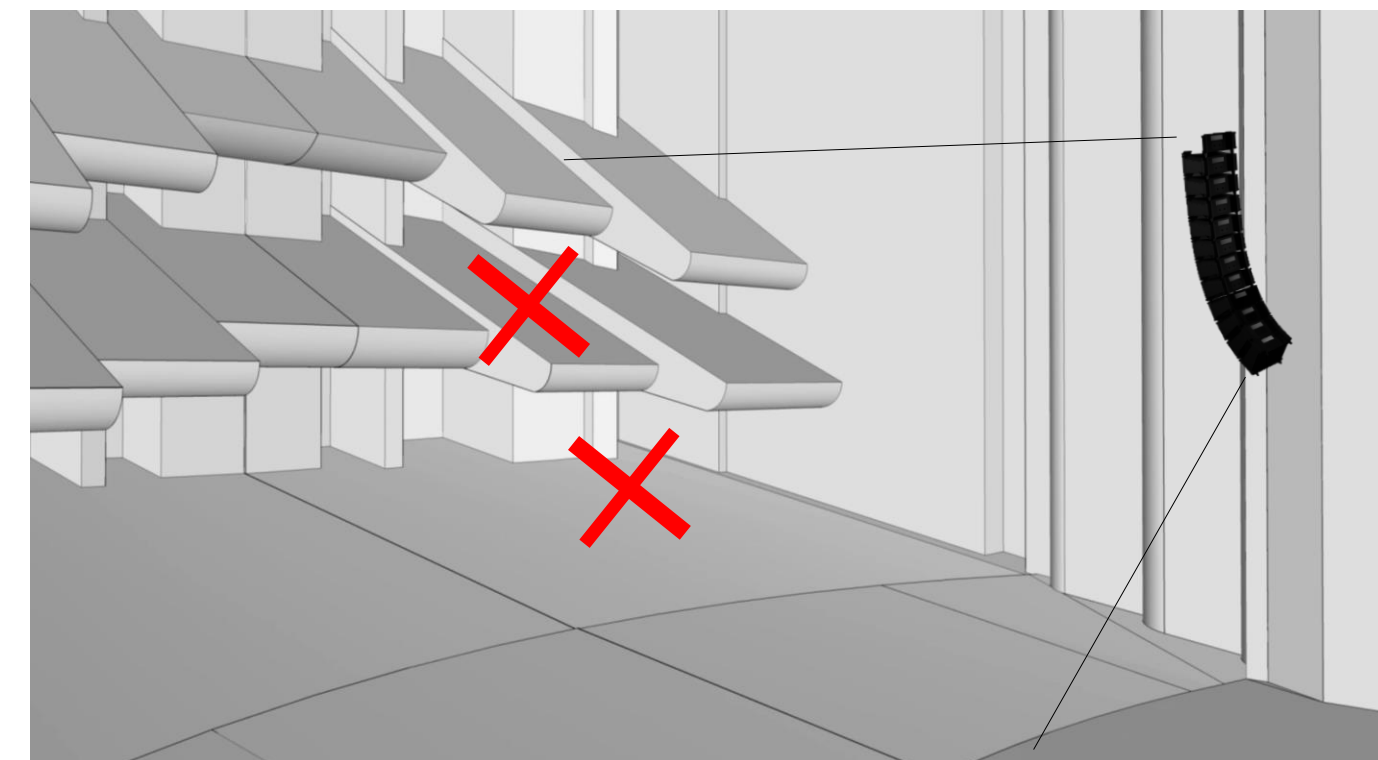
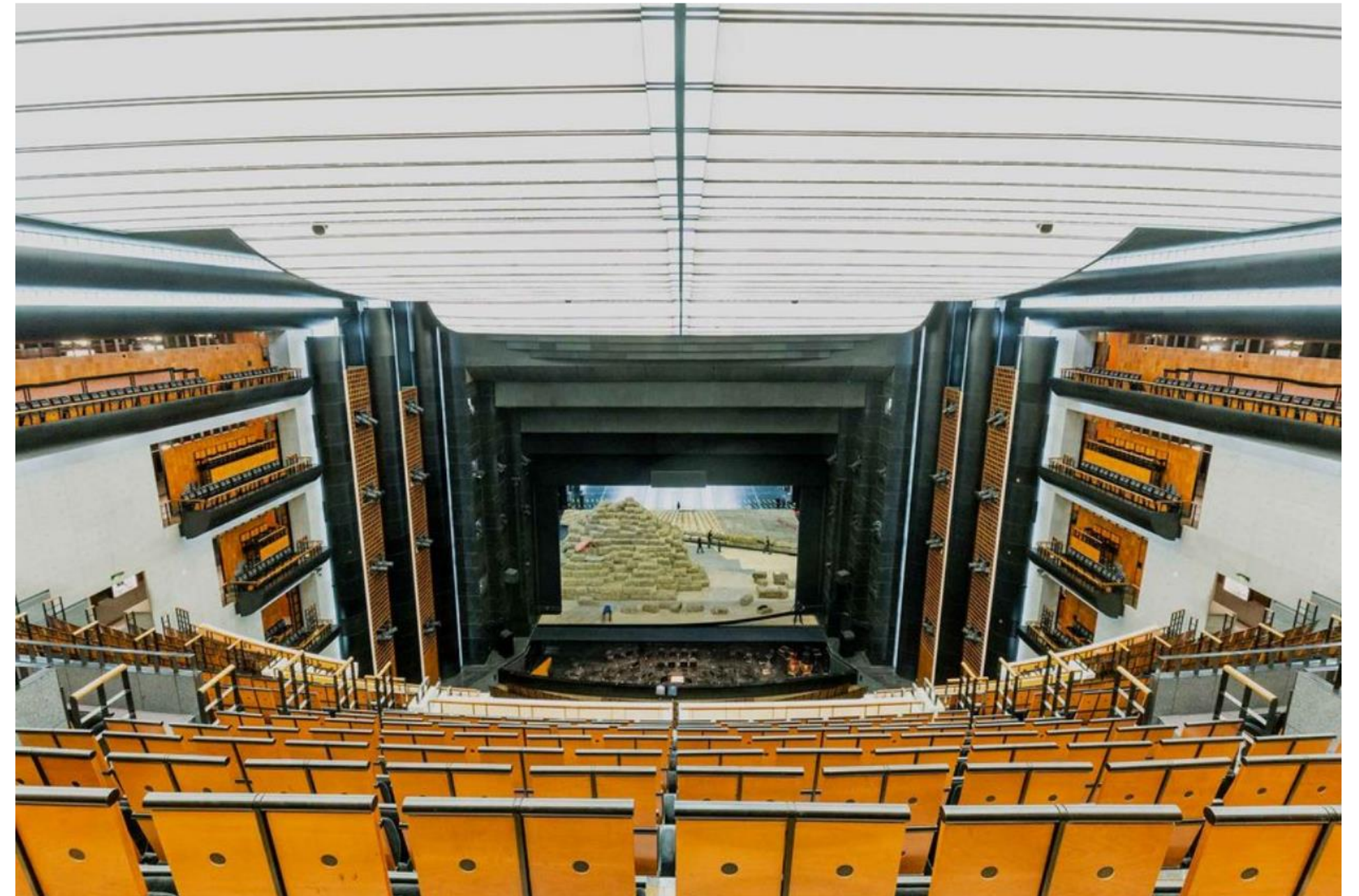
Limitazioni architettoniche che impediscono l'uso di tradizionali sistemi line o point source

Un esempio di applicazione:

Questo auditorium ospita un pubblico di quasi 3000 persone su tre livelli: platea e due balconate principali, oltre a otto balconate laterali.

La sfida era quella di garantire un suono uniforme proveniente da una fonte centrale e preferibilmente invisibile, per ogni posto a sedere.

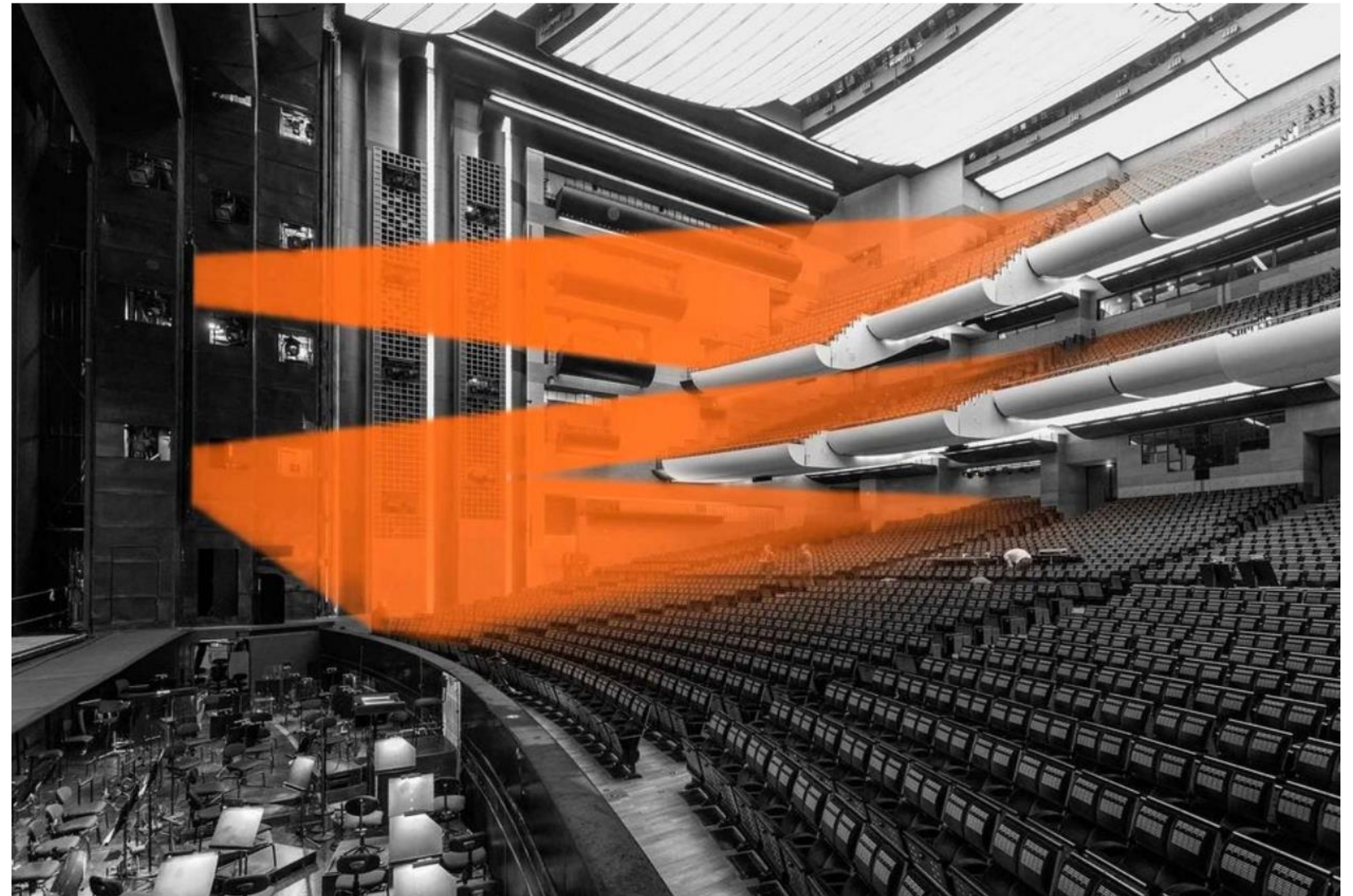
Il problema è che le balconate del pubblico, che corrono in diagonale verso l'alto, bloccano i posti a sedere sottostanti.



Un esempio di applicazione:

Un tradizionale array non avrebbe potuto raggiungere quei posti, se non in un appendimento molto particolare.

Con la tecnologia Beam Steering è stato possibile decidere il centro acustico degli array e creare dei beam che raggiungessero esattamente le aree desiderate, senza rifrazioni inutili e perdite di energia.





Grazie!