

*Nota: El presente apunte asume un previo conocimiento sobre micrófonos, tanto de transductores de presión (omnidireccionales) como de gradiente de presión (figura 8), de diagramas polares y demás características del estilo. En caso de no dominar dichos temas, recomendamos la previa lectura de los apuntes sobre micrófonos y sonido directo, disponibles también en nuestra web.*

A la hora de elegir un micrófono o una técnica de microfonía para una toma determinada, el sonidista debe tener bien claro el objetivo de esa toma: qué es lo que quiere capturar. A estos fines, existen situaciones en las que la elección del micrófono se hará considerando una toma de diálogo; en otras será prioritario rechazar lo más posible el ruido de fondo proveniente del recinto; en otro tipo de situaciones será importante que el micrófono elegido resista grandes niveles de presión sonora sin distorsionar, etc. Existen situaciones en las que resulta beneficioso lograr ciertas características que no pueden conseguirse en las grabaciones monoaurales y que son propias de las grabaciones estereofónicas, tales como:

**\_La localización** en más de un lugar, y la distancia de las distintas fuentes entre sí.

**\_La espacialidad.** La capacidad de reproducir campos sonoros difusos como la reverberación de una manera espacializada, no ocupando un solo lugar en el espacio.

Una aplicación típica de las grabaciones estereo son entonces la grabación de música orquestal en recintos cuyas propiedades acústicas sean claves y deseen preservarse en la grabación, tales como teatros y auditorios. Pero la aplicación que más nos concierne en el campo audiovisual es la grabación de ambientes y algunos efectos puntuales. Sonidos que luego van a reconstruirse en una película con la intención de "envolver" al espectador en el campo sonoro, de hacernos sentir esa ambientación sonora como presente y natural. Por ello es importante la espacialidad y la localización de estas grabaciones.

Para que una grabación tenga estas características, es necesario que se registre en formato estereo. Como ya sabemos, un micrófono entrega una sola señal (micrófonos mono), entonces la manera de lograr una grabación estereo va a darse generalmente combinando por lo menos dos micrófonos, constituyendo técnicas de microfonía. Existen muchas técnicas de microfonía estereo, pero entre varias de ellas encontramos algunas similitudes, por lo que vamos a dividir las en algunos grupos según la distancia existente entre los micrófonos que se emplean:

### **\_Técnicas de microfonía estereo por pares espaciados:**

A-B: Es la técnica comúnmente más utilizada de este grupo. La técnica de pares espaciados se remonta a los experimentos de los laboratorios Bell en 1930. Grabando con un set de micrófonos espaciados entre sí, y reproduciendo la señal a través de parlantes dispuestos separados de manera similar a los micrófonos, se creó un sistema en el que una "burbuja de sonido en expansión" es capturada por los micrófonos en distintos puntos, y luego es suplantada por los parlantes que continúan esa expansión de la burbuja. Esta teoría de "reconstrucción del frente de ondas" funciona físicamente recreando el campo sonoro, aunque la simplificación del número infinito de canales deseado a los dos utilizados en la práctica resulta en algunas dificultades. La técnica se



## **\_microfonía stereo**

basa en la diferencia del tiempo de llegada y la diferencia de niveles de la señal entre los micrófonos. Cuanto más separados se encuentren estos micrófonos entre sí, más abierta será la imagen estereo. Los sonidos producidos en el centro, generan una señal idéntica en cada micrófono, mientras que los que se producen de un lado, alcanzarán antes al micrófono del lado correspondiente, y a mayor nivel. Algunas consideraciones sobre el uso de la técnica A-B son:

- Los micrófonos utilizados en esta técnica son por lo general omnidireccionales de condensador, y esta técnica es una de las únicas que hace uso de este tipo de micrófonos (las técnicas de pares coincidentes requieren el uso de micrófonos direccionales, y las grabaciones monoaurales que luego se mezclan en estereo generalmente usan micrófonos cardioides o hipercardioides dependiendo del caso, para lograr mayor aislación acústica). Estos micrófonos omnidireccionales son micrófonos de presión con una respuesta en frecuencia que se extiende a las frecuencias menos audibles. En consecuencia, las grabaciones con omnidireccionales espaciados exhiben la respuesta en bajos mas profunda. Esto puede ser una bendición o una maldición, dependiendo de la naturaleza del material deseado, y el ruido en el espacio de grabación.

- Espaciar poco los micrófonos resulta en una pequeña distinción entre los distintos canales, mientras que separarlos demasiado puede provocar diferencias de tiempo audibles, que pueden interpretarse como ecos. Para lograr una imagen estereo natural, los micrófonos deben estar distanciados entre sí, aproximadamente unos 60 centímetros. De todas maneras, si la fuente es grande (por ejemplo una orquesta sinfónica), esta distancia entre los micrófonos no genera una imagen estereo adecuada, por lo que se separan los micrófonos aún más.

- Si se separan los micrófonos demasiado (por ejemplo, cuatro metros), se genera un efecto llamado "separación exagerada" o "ping pong". Esto es: los sonidos que se producen en el centro de la imagen, llegan con menos intensidad y con mayor retraso, que los que se producen a los lados. Para remediar esto, se agrega un tercer micrófono entre medio de los otros dos, y luego en reproducción se distribuye la señal de este micrófono central de igual manera a ambos canales de estereo (izquierdo y derecho). Una aplicación común de los micrófonos espaciados en la grabación de orquestas es una configuración que usa tres omnidireccionales de diafragma ancho, organizados en un boom ubicado por encima y detrás del director, o en una posición similar para otras fuentes sonoras. Los tres micrófonos están espaciados a través de una línea recta con el micrófono central también alineado, o a veces apenas adelantado (hacia la fuente) respecto a los micrófonos derecho e izquierdo.

- La técnica de pares espaciados A-B suele producir algunos problemas en la mezcla, sobre todo al pasar de 5.1 canales a 2, y en las de 2 a mono. El problema lo causa la diferencia de tiempo de llegada entre los distintos micrófonos para todas las fuentes, excepto para aquellas que se encuentran exactamente a la misma distancia de ambos. Cuando las salidas de los micrófonos se suman en una mezcla, las diferencias de fase provocan el énfasis de múltiples frecuencias, y la atenuación de otras. La técnica de pares espaciados es un método que se adapta fácilmente con el sonido 5.1 porque es común utilizar 3 micrófonos espaciados en un mismo boom. Con el agregado de las tomas ambiente, una grabación en 5.1 simple es posible, aunque el balance interno de los niveles de cada instrumento (en el caso de una orquesta) es difícil de manipular.



**\_Técnicas de microfonía estereo por pares coincidentes:**

**\_Blumlein Array, o Figura 8 Cruzados:** Como el locutor habla frente al micrófono izquierdo, se encuentra en la zona nula del diagrama polar del micrófono derecho, y el parlante izquierdo lo reproduce a un nivel óptimo, mientras el parlante derecho lo reproduce en un nivel muy reducido. Si movemos al locutor hacia el centro, ambos micrófonos lo van a captar, y ambos parlantes van a reproducir su voz. El hecho de que los micrófonos estén físicamente juntos hacen que la técnica sea "coincidente", y hace que la diferencia de tiempo entre ambos canales sea ínfima.

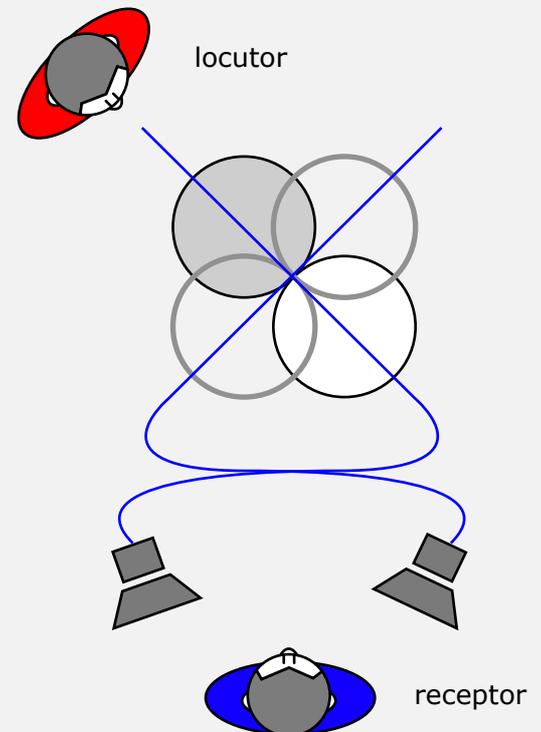
Las técnicas coincidentes también fueron originadas en los años '30 con los principios de la estereofonía en Inglaterra. La primer técnica utilizaba micrófonos bidireccionales con diagrama polar de figura 8 cruzados. Con un figura 8 orientado hacia la izquierda y otro orientado hacia la derecha, y las monturas de los mismos puestas muy cerca entre sí, las fuentes de varias locaciones alrededor de los micrófonos combinados son grabadas sin diferencias de tiempo. Estas diferencias se

eliminan por la pequeña distancia entre los micrófonos, pero sigue existiendo una gran diferencia de nivel entre ambos canales. Una fuente sonora ubicada en el eje del micrófono orientado hacia la izquierda se graba a un nivel óptimo por este, pero prácticamente sin sonido directo por el micrófono orientado a la derecha, porque su eje no esta dirigido hacia la fuente en absoluto. Para una fuente ubicada en el eje central entre los micrófonos izquierdo y derecho, cada micrófono captará el sonido con un nivel inferior con respecto al que rendiría si la fuente estuviera en eje.

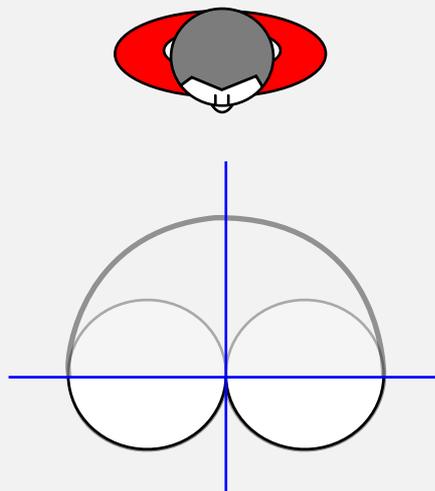
Algunas consideraciones sobre el uso de la técnica Blumlein Array (o de figura 8 cruzados) son:

- El sistema no distingue entre la parte delantera y trasera de los micrófonos. Entonces, el par debe ser ubicado mas cerca de la fuente que otras técnicas coincidentes, y la técnica puede quedar expuesta a defectos acústicos del espacio de grabación.
- El sistema organiza los micrófonos hacia izquierda y derecha del centro; en la practica, la respuesta en frecuencia de los micrófonos a 45 grados del eje puede no ser tan plana como lo es a 0 grados (en eje), y por consiguiente, el sonido tomado del centro puede no ser tan fiel como el sonido captado de los costados.
- La mezcla a mono es muy buena, porque no hay diferencias notables de tiempo entre ambos canales -una ventaja de todas las técnicas coincidentes.

Probablemente, esta técnica no es tan popular como otras técnicas coincidentes debido a las dos primeras consideraciones citadas.



**M-S Stereo:** El segundo tipo de técnica coincidente es la llamada M-S, por "Mid-Side". En esta, un micrófono cardioide (generalmente, aunque puede usar otro tipo de micrófono direccional) se orienta hacia adelante, mientras un figura 8 capta hacia los costados izquierdo y derecho. Por supuesto, los micrófonos están colocados juntos, por eso es una técnica coincidente. Utilizando una matriz que combina las señales de ambos micrófonos, los canales izquierdo y derecho pueden ser reinterpretados. Esto es posible gracias a que las mitades delantera y trasera del micrófono de figura 8 difieren una de otra principalmente en su polaridad: presión positiva en una de las caras de la cápsula genera voltaje positivo, mientras el otro lado genera voltaje negativo. La técnica M-S explota al máximo esa diferencia. Sumando un micrófono de figura 8 orientado hacia los costados, y un cardioide orientado hacia adelante en fase, se obtiene un lóbulo de captación izquierdo-delantero (Mid + Side = Canal Izquierdo [L]). Sumando estas señales, invirtiendo en fase la proveniente del figura 8, resulta en un lóbulo de captación derecho-delantero (Mid - Side = Canal Derecho [R]). M-S Stereo tiene algunas ventajas sobre la técnica de dos figura 8 cruzados:



$$\begin{aligned} \text{card} + \text{bi} &= \text{L} \\ - (\text{card} - \text{bi}) &= \text{R} \end{aligned}$$

- El centro del campo estereo está directamente en eje con la captación del micrófono.

- M-S Stereo distingue una parte frontal y otra parte trasera; la parte trasera es rechazada porque se anula tanto en el eje de captación del cardioide como a los lados del figura 8.

- La mezcla en mono es tan buena como en el de los figura 8 cruzados, o incluso mejor, debido al centro del campo estereo ubicado en eje con el micrófono cardioide.

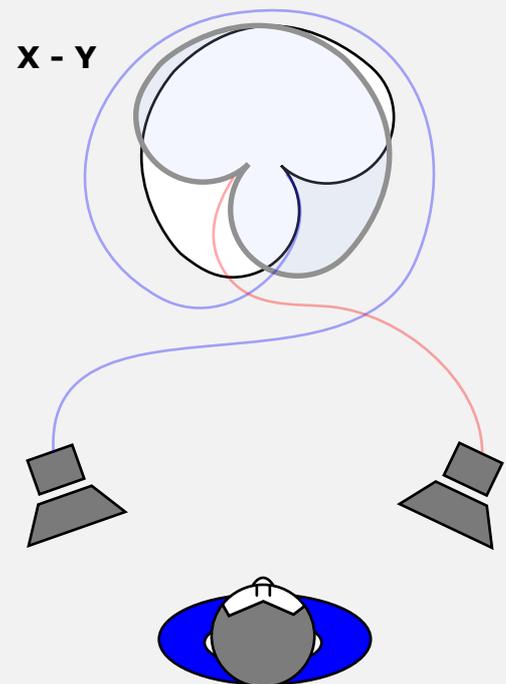
- M-S Stereo es más compatible con la matriz de Dolby Stereo, sumamente utilizada en la producción audiovisual, por lo que es muy utilizado en grabaciones de ambientes y efectos.

**X-Y Stereo:** X-Y es una tercera técnica de microfonía estereo coincidente que usa micrófonos de diagrama polar cardioide cruzados, produciendo canales derecho e izquierdo directamente. Los micrófonos están casi en contacto uno con otro, angulados uno hacia izquierda, y el otro hacia la derecha. Este método se basa principalmente en las diferencias de nivel con que llega a los micrófonos la señal, ya que las diferencias de tiempo de llegada del sonido esta minimizada, debido a que las cápsulas se encuentran prácticamente juntas. Según la necesidad de la captura, se ajusta la angulación entre los micrófonos, con una variación entre 90° y 130°. Cuanto más grande es el ángulo de separación entre los micrófonos, más abierta es la imagen estereo que se captura, pero más comprometida es la señal proveniente desde el frente. Como vimos antes; cuando estudiamos los diagramas polares, un micrófono direccional es más sensible a los sonidos provenientes enfrente al micrófono (en eje / on axis) y progresivamente menos sensible a los sonidos que llegan fuera de eje. La técnica X-Y utiliza dos micrófonos direccionales simétricamente angulados de una línea central imaginaria.

Los sonidos que se produzcan dentro de esta línea, generan una señal idéntica en los dos micrófonos, que luego serán reproducidos de la misma manera en ambos lados de la señal estereo (L/R, izquierda y derecha) generando una sensación de localización centralizada. Si una fuente está corrida por ejemplo hacia la derecha, estará más en eje del micrófono apuntado hacia la derecha, y fuera de eje en el que apunta a la izquierda. De esta manera, en reproducción, el parlante de la derecha reproducirá a mayor nivel que el de la izquierda, representando la imagen estereo de la grabación original.

Comparte algunas características de las dos técnicas anteriores (M-S Stereo y Figura 8 Cruzados). Por ejemplo:

- Distingue una zona delantera y una zona trasera, por el uso de las zonas nulas del diagrama polar cardioide.
- Dispuestos a 90° entre sí, tiene el centro del sonido estereo a 45° del eje de cada micrófono; debido a este factor que comparte con la técnica de dos figura 8 cruzados, esta técnica puede no ser tan deseable como el M-S.
- X-Y no requiere el uso de ninguna matriz, por lo tanto, es una opción de microfonía estereo coincidente accesible y rápida.
- La mezcla a mono suele tener buenos resultados, a excepción de la respuesta no tan plana del centro, a diferencia de la técnica M-S.



2 cardioides  
1L, 1R

### **\_Técnicas de microfonía estereo cercano-coincidentes:**

Las técnicas cercano-coincidentes combinan algunas de las características tanto de las técnicas coincidentes como de los pares espaciados. Mezclar estas señales a mono parece ser mejor que con mayor distancia entre los micrófonos, mientras que esta pequeña separación parece ser aun mejor que las técnicas donde se usan micrófonos estrictamente coincidentes. Algunos estudios se hicieron al respecto. En estos estudios, varias técnicas de microfonía fueron grabadas a un grabador multipista, luego comparadas en mismo nivel, ante expertos en condiciones ciegas. En estos casos, la técnica cercano-coincidente ORTF ha conseguido la mayor aceptación, pero vale aclarar que todas estas técnicas han sido utilizadas por compañías de grabación y organizaciones broadcast a través de años.

### \_microfonía stereo

**ORTF Stereo:** Un par de cardioides dispuestos en un ángulo de 100 grados y espaciados a una distancia igual a la que existe entre los oídos humanos. Este método ha ganado sobre M-S, X-Y y Pares Espaciados en tests de comparaciones a ciegas.

**Faulkner Stereo:** El ingeniero ingles Tony Faulkner utiliza un método de dos micrófonos de figura 8 espaciados con una distancia también similar a la que existe entre los oídos, y con su ángulo dispuesto hacia adelante y atrás. También dispone una barrera entre los micrófonos.

**Micrófono Esférico o Dummy Head:** Se colocan cápsulas de micrófonos omnidireccionales dentro de una esfera del diámetro de una cabeza humana, orientados hacia donde las orejas deberían estar. La teoría se basa en incorporar algunos aspectos de la cabeza humana (la esfera). El micrófono esta fabricado por la empresa Schoeps.

**SASS:** Otra técnica que utiliza pares cuasi-coincidentes es el micrófono SASS (Stereo Ambient Sampling System). Desarrollado por la empresa CROWN, es un micrófono stereo que utiliza la tecnología de los micrófonos de placa (PZM / boundary microphones). Está especialmente diseñado para otorgar una imagen stereo altamente localizada para ser reproducida tanto en auriculares como parlantes. Utiliza dos micrófonos de placa o PZM, montados sobre superficies (que como vimos anteriormente los convierte en direccionales). Estas dos superficies se encuentran anguladas con respecto al centro (una a la izquierda, la otra a la derecha) y separadas aproximadamente 18 cm por una barrera de aislación. La difracción de ambas superficies, en conjunto con la división entre las cápsulas, produce un diagrama polar direccional en las altas frecuencias. Este tipo de micrófonos localiza la imagen stereo por diferencias de tiempo de llegada y diferencias espectrales de la señal entre ambos canales. El mecanismo de localización, varía según la frecuencia: Debajo de 500 Hz, el SASS captura los sonidos igualmente en los dos canales, pero con una diferencia de tiempo (debido a la separación entre las cápsulas). Si la señal llega antes a la cápsula apuntada hacia la izquierda, luego en reproducción, percibiremos el sonido proveniente de la izquierda. Por encima de los 500 Hz, la localización se logra combinando tiempo de llegada y diferencias de intensidad. Las diferencias de intensidad crecen a medida que aumenta la frecuencia del sonido a capturar.

