

# Capítulo 25

## Consolas de mezcla

### 25.1. Introducción

En los capítulos anteriores habíamos examinado una serie de dispositivos que cumplían funciones puntuales de procesamiento de señal dentro de un sistema de sonido. En un sistema práctico, es frecuente que intervengan varios de estos dispositivos a la vez. Por ejemplo, podría haber fuentes de señal tales como micrófonos, sintetizadores o reproductores de discos compactos; procesadores, tales como compresores, ecualizadores y reverberadores; sistemas de monitoreo o de refuerzo sonoro, formados por amplificadores y altavoces; y, por último, equipos de grabación tales como un grabador multipista analógico o un DAT.

El último dispositivo que estudiaremos es la **consola de mezcla**, también llamada **mesa de mezcla o mezcladora**. Este equipo, que puede ser desde una sencilla mezcladora de 4 canales hasta una compleja consola digital de 48 ó 56 canales, tiene por finalidad **mezclar o combinar las señales** provenientes de algunos de los bloques anteriores y crear nuevas señales que servirán como señales de entrada para otros bloques (Figura 25.1).

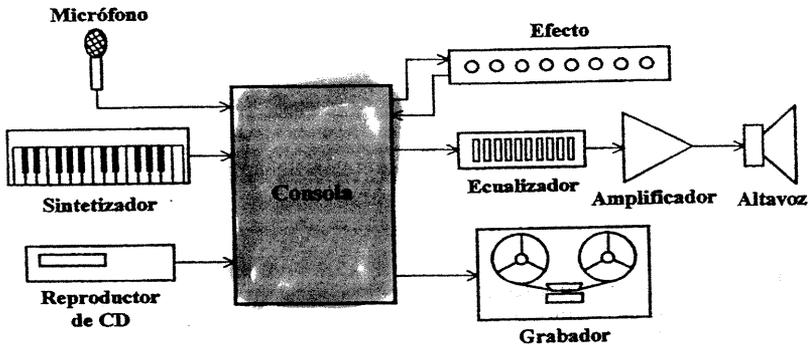


Figura 25.1. Ejemplo esquemático que ilustra el papel que juega la consola de mezcla como ente centralizador y administrador de las señales de un sistema de sonido.

## 25.2. Funciones específicas de una consola

La función principal de una consola de mezcla es proporcionar la suma de diversas señales eléctricas, cada una de ellas atenuada o amplificadas con respecto a su nivel original en un factor ajustable por el operador. Dicha suma es el análogo de la superposición o suma acústica que tendría lugar si las fuentes sonoras originales radiaran sonido simultáneamente.

Hay varias razones por las que en general es preferible realizar la suma de señales eléctrica y no acústicamente:

1) El ajuste eléctrico de los niveles de las diversas señales es mucho más simple, ya que se realiza por medio de potenciómetros deslizantes. Un ajuste acústico implicaría una gran ductilidad de los músicos para alcanzar un cuidadoso balance dinámico entre las diversas partes, lo cual puede ser una exigencia muy grande (especialmente en la música pop; no así en la música clásica o erudita).

2) El ajuste acústico involucraría la toma estereofónica con un par de micrófonos distantes, los cuales captarían menos señal pero igual o más ruido ambiente, empeorando la relación señal/ruido. En este sentido conviene tener en cuenta que hoy en día es mucho más fácil combatir el ruido eléctrico que el ruido acústico.

3) El ajuste eléctrico puede realizarse sobre señales provenientes de una grabación multicanal, siendo posible realizar ajustes posteriores a la grabación. Si el balance dinámico se hiciera acústicamente y el resultado se grabara en estéreo, ya no sería posible modificar o corregir dicho balance.

4) Si alguna de las fuentes sonoras es un sintetizador u otro instrumento electrónico, es preferible procesar directamente la señal eléctrica que éste genera. Si se la transformara primero en sonido (por medio de un sistema de monitoreo) para luego volver a la señal eléctrica mediante un micrófono, se estaría empeorando la relación señal/ruido.

5) La mezcla eléctrica permite la posibilidad de grabar en play back, es decir agregar a posteriori otro instrumento (o voz) sobre una base constituida por varios instrumentos grabados con antelación.

Las grandes consolas suelen tener un número considerable de canales de entrada (por ejemplo 24), algunos de los cuales son monofónicos y otros estereofónicos, y una cantidad menor de canales de salida (por ejemplo 6). Cada canal de salida es la superposición de algunos canales de entrada con los correspondientes ajustes de nivel. Los canales de salida se suelen denominar grupos, o también submasters. En general existe un canal de salida estereofónico sobre el cual pueden mezclarse todas las señales, incluidas las de los submasters. Se denomina master, o mezcla principal.

Las señales de entrada pueden ser de bajo nivel (entradas de micrófono) o de nivel de línea. Para el primer caso, los canales de entrada poseen preamplificadores incorporados. La selección del tipo de entrada suele hacerse por medio de pulsadores. Las señales de salida son de nivel de línea, aptas para excitar un amplificador, ecualizador, etc.

Otra función de las consolas es la de posibilitar la incorporación de efectos a las señales (ver capítulos 16 al 22). Según se comentó oportunamente, algunos efectos se conectan en serie, es decir que toda la señal pasa por ellos. Las consolas proveen para ello conexiones denominadas conexiones de inserción (inserts) en cada canal de entrada. Otros efectos se conectan en paralelo, de manera que una parte de la señal sea procesada y otra parte no. Para esto se proporcionan los envíos auxiliares (send) y los retornos auxiliares (return).

Por último, la gran mayoría de las consolas permite una ecualización (en general sencilla, es decir de dos o tres bandas) en cada canal de entrada, y a veces también en la salida (en este caso suele haber 7 ó más bandas).

Además de las funciones anteriores, existen otras de carácter administrativo, que facilitan el trabajo del operador en cuanto a ajustes de nivel, localización de errores, flexibilidad de conexionado, versatilidad, etc. Estas funciones se realizan por medio de los siguientes elementos, entre otros:

1) **Vúmetros**, es decir indicadores de nivel *analógicos* (mediante instrumentos de aguja móvil) o *cuasianalógicos*, mediante barras de LEDs (diodos emisores de luz) o LCD (display de cristal líquido). En general se provee un solo vúmetro estereofónico, conmutable por medio de botones entre varias fuentes (entradas individuales, salida). En las consolas más completas puede haber un vúmetro por cada canal, además de uno para cada salida.

2) **Salidas de monitoreo para la sala de control**, que conectadas a un amplificador (precedido por un ecualizador de ser necesario) permiten excitar los monitores (altavoces de mediana potencia para uso en escenario o sala de control).

3) **Pulsadores de sordina (mute)**, que permiten silenciar uno o más canales a elección del operador.

4) **Pulsadores de solo**, que permiten escuchar, también a elección, un canal por vez (o más de uno, si se oprimen varios pulsadores).

En la Figura 25.2 se muestra esquemáticamente el panel de control y el panel de conexiones de una consola de 8 canales de entrada y 4 canales de salida.

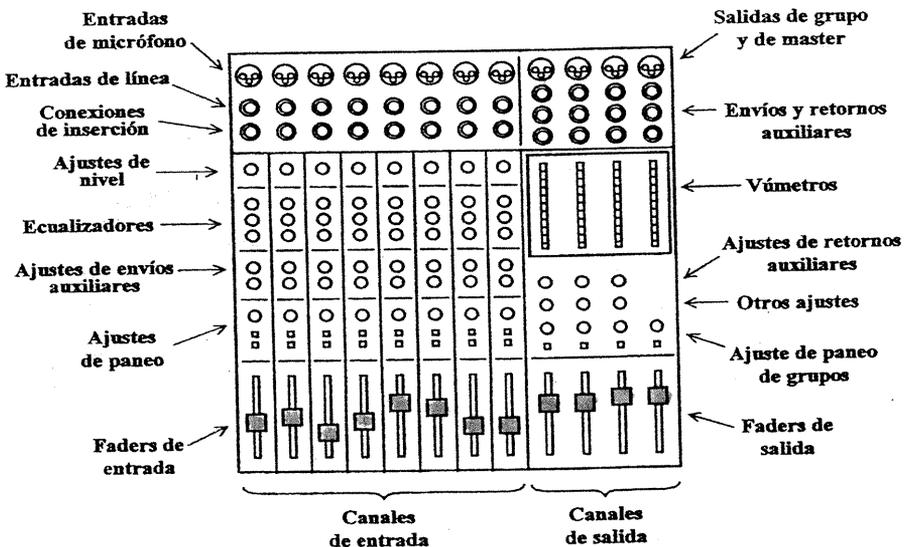


Figura 25.2. Aspecto esquemático de una consola de 8 canales de entrada y 4 canales de salida (2 grupos y un master estereofónico).

### 25.3. Estructura de una consola de mezcla

Las funciones principales de una consola se basan en unos pocos conceptos básicos que ya hemos descrito detalladamente en capítulos anteriores: la amplificación, atenuación, filtrado y superposición de señales eléctricas de audio. Sin embargo, la complejidad de su topología (es decir la estructura interna de conexiones), así como la gran cantidad de variantes que se presentan en las consolas disponibles comercialmente dificultan su comprensión. Por este motivo es conveniente comenzar describiendo algunos diagramas de bloques sencillos, a los cuales iremos agregando sucesivamente más elementos.

El primer ejemplo (Figura 25.3) corresponde a la función fundamental de las consolas: la mezcla. En este ejemplo se trata de una consola de 4 canales de entrada y 2 canales de salida (derecho e izquierdo). Cada canal de entrada posee una entrada de línea

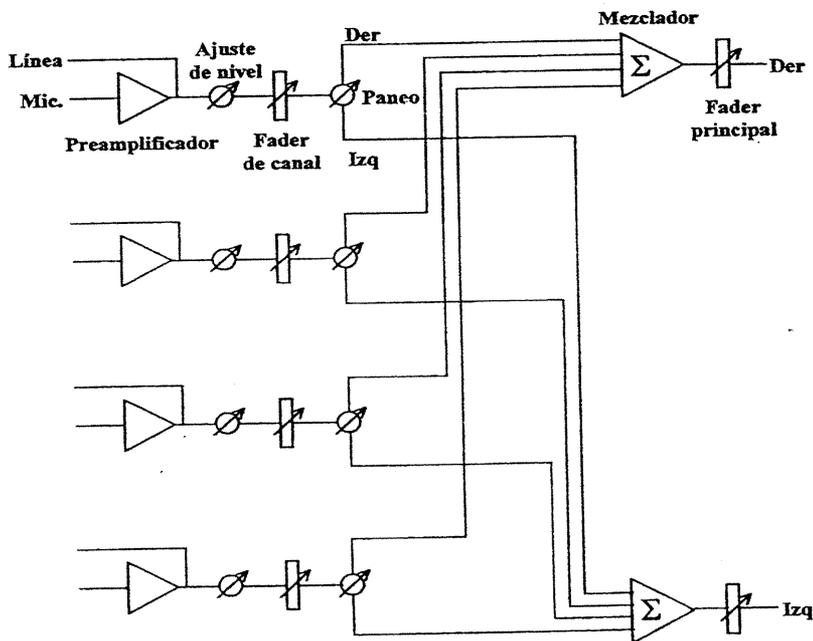


Figura 25.3. Estructura básica de una consola mezcladora de cuatro canales de entrada y salida estéreo. Cada canal tiene un preamplificador con ajuste de nivel que lleva el nivel de la señal de entrada al nivel de línea. Luego hay un fader de canal, que define la proporción en que dicho canal se agregará a la mezcla. Luego hay un control de panning, que reparte la señal hacia ambos canales estéreo, luego de lo cual la señal se mezcla en los mezcladores principales. Los faders principales actúan como ajustes globales de volumen.

y una entrada de micrófono. En general se utilizan conectores diferentes, por ejemplo TRS para la entrada de línea y XLR para la de micrófono, en ambos casos con conexión balanceada para reducir el ruido. En algunas consolas pueden coexistir ambas señales. En otras, se puede seleccionar mediante un pulsador cuál de las dos entradas está activa.

La entrada de línea va directamente a un ajuste de nivel (trim), mientras que la entrada de micrófono pasa primero por un preamplificador, debido a que la señal de los micrófonos es en general de muy bajo nivel. El propósito del ajuste de nivel es dar uniformidad al nivel medio de las diversas señales de entrada. Este ajuste provee normalmente una ganancia de hasta 60 dB para la entrada de micrófono y hasta 40 dB para la entrada de línea.

Luego del ajuste de nivel aparece en cada canal un potenciómetro deslizante denominado fader (pronunciado *fèider*; en castellano, atenuador), con el cual se ajusta la proporción en que se mezclará dicho canal con los otros. Normalmente el fader provee una ganancia entre  $-\infty$  dB y 10 dB, que corresponden a una ganancia numérica entre 0 y 3,16. La ganancia 0 dB corresponde a una ganancia numérica 1 (es decir sin cambio de nivel).

Es importante destacar la diferencia entre el ajuste del nivel de entrada y el fader. El ajuste de nivel permite trabajar con un nivel de señal apropiado para el resto del circuito, esto es, ni demasiado pequeño como para tener una relación señal/ruido pobre, ni tan alto como para que alguna parte del circuito entre en saturación. Veamos con un ejemplo que sucedería si sólo se utilizaran los faders para obtener el nivel apropiado.

Supongamos que al canal 1 ingresa una señal de línea de 245 mV (= 0,245 V) y al canal 2 una de 7,75 V, y supongamos que se requiere mezclarlas de manera que ambas tengan igual nivel. La señal del canal 1 es demasiado baja (de hecho está en el límite inferior de lo que se admite como nivel de línea; ver Tabla 9.2), por lo cual sería necesario llevar el fader a su posición máxima de 10 dB. Esto implica multiplicar por 3,16, obteniéndose una señal de

$$0,245 \text{ V} \times 3,16 = 0,775 \text{ V} .$$

Si pretendemos que la señal del canal 2 tenga este nivel deberemos atenuarla 10 veces, ya que

$$\frac{7,75}{0,775} = 10 .$$

En otras palabras, deberá atenuársela en 20 dB, con lo cual se reduce la relación señal/ruido. Evidentemente hubiera sido preferible aplicar ganancia a la señal más débil por medio del ajuste de nivel, ya que cuanto mayor sea una señal, más inmune resulta frente al ruido.

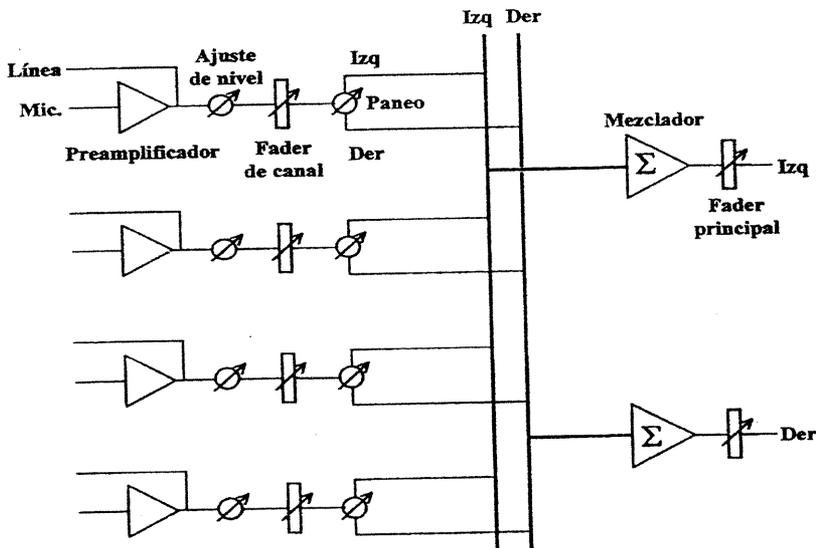
Continuando con el recorrido de la señal, se llega al ajuste de paneo (pan pot = panoramic potentiometer = potenciómetro panorámico). Este ajuste desdobra la señal en dos partes: una va hacia el canal derecho y la otra hacia el canal izquierdo. En el extremo izquierdo de su recorrido, toda la señal va hacia el canal izquierdo, y en el extremo derecho, va toda hacia el canal derecho. Cuando el ajuste se encuentra en la posición central, la señal va en partes iguales a ambos canales. La finalidad de este control es ubicar virtualmente en el espacio la fuente que corresponde a cada canal. Así, por ejemplo, con el potenciómetro en el extremo izquierdo la fuente parecerá estar totalmente

hacia la izquierda, mientras que en la posición central dicha fuente parecerá estar al frente. En la práctica, sin embargo, para lograr efectos espaciales de gran realismo el paneo debe complementarse con el agregado de un retardo en el canal más débil (ver efecto Haas, capítulo 2).

Las señales del canal derecho del ajuste de paneo se dirigen hacia el mezclador derecho y las del canal izquierdo hacia el mezclador izquierdo. Un mezclador es simplemente un *sumador de señales*, que suma *todas las señales en igual proporción*. Si se desea que una señal aparezca en la mezcla final con mayor nivel que otra, el correspondiente ajuste deberá efectuarse mediante los *faders* de los respectivos canales de entrada.

Finalmente, la salida de cada mezclador pasa por un *fader principal*, que permite a su vez ajustar el nivel en forma independiente en cada canal de salida. Si los canales de salida designados como *derecho e izquierdo* realmente se utilizan para obtener sonido estereofónico, ambos *faders* principales deberían ajustarse en forma pareja para no distorsionar la imagen estereofónica que se asigna a cada señal mediante el paneo correspondiente.

El conjunto de señales que llegan a un sumador se denomina *línea ómnibus*, o simplemente *bus*. En el ejemplo de la **Figura 25.3** cada *bus* está integrado por 4 líneas simples, provenientes de los canales de entrada. En los diagramas de bloques de las consolas que se proporcionan en los respectivos manuales del usuario es común utilizar una única línea para representar un *bus*, evitando así complicar el diagrama. Para hacer las cosas más claras, es conveniente representar los *buses* con líneas más gruesas, y así se ha hecho en la **Figura 25.4**, aunque en general no se tiene en cuenta esta convención.



**Figura 25.4.** Diagrama de bloques de la consola de la figura anterior en el cual los *buses*, formados por 4 líneas, se han representado con líneas de trazo grueso.

### 25.3.1. Ecuualizadores

El siguiente elemento a agregar a la consola de las Figuras 25.3 y 25.4 es un ecualizador. La versión más rudimentaria consiste en un control de tonos de graves y agudos, pero la mayoría de las consolas poseen al menos tres bandas: graves, medios y agudos. La banda central suele ser semiparamétrica, permitiendo ajustar la frecuencia central entre dos extremos, o paramétrica, permitiendo también ajustar el ancho de banda o el factor de calidad  $Q$ . En algunas consolas más complejas se proporcionan dos bandas centrales paramétricas, y en otras las cuatro bandas son paramétricas. Finalmente, existen consolas en donde la sección de ecualización es un completo ecualizador gráfico por octavas.

El ecualizador se inserta entre el ajuste de nivel y el fader de canal. En la Figura 25.5 se ha modificado la consola de la Figura 25.4 para incluir la sección ecualizadora. Las frecuencias de las diferentes bandas no están normalizadas (excepto en los casos en que se incluyen ecualizadores gráficos), aunque es frecuente encontrar ciertos juegos de frecuencias. Por ejemplo, 100 Hz para los graves, 1 kHz para los medios y 10 kHz para los agudos, o bien 80 Hz para los graves, 2,5 kHz para los medios y 12 kHz para los agudos. En el caso de los medios paramétricos o semiparamétricos, el rango de frecuencias suele estar comprendido entre 100 Hz y 10 kHz. En los medios paramétricos, el valor de  $Q$  puede llegar a variar entre 0,5 y 10 ó más, aunque en general conviene restringir el ajuste a un máximo de 3 para evitar los campanilleos y los sonidos sibilantes que acompañan a los filtros de ancho de banda muy estrecho (o  $Q$  muy alto).

Además del ecualizador, las consolas suelen tener filtros pasaaltos de baja frecuencia (40 a 100 Hz), que se insertan opcionalmente antes del ecualizador, mediante un selector, para eliminar ruidos de muy baja frecuencia (zumbidos, ruidos de motores, pisadas, etc.) en señales sin contenido en baja frecuencia (por ejemplo una flauta). También puede haber un pasabajos, de frecuencia de corte elevada, para reducir ruidos de alta frecuencia en señales que no contienen tales frecuencias (un bombo a pedal, por ejemplo).

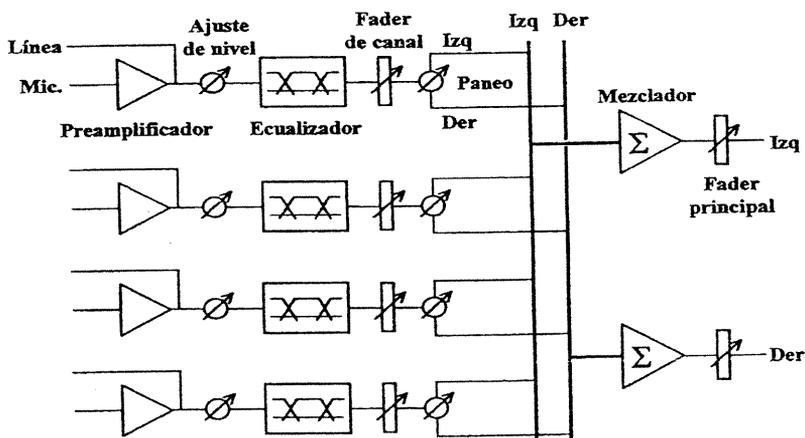


Figura 25.5. Diagrama de bloques de una consola de cuatro canales de entrada y salida estéreo con ecualizadores de canal de tres bandas.

### 25.3.2. Conexiones de inserción (inserts)

Una de las características que dan poder y versatilidad a las consolas es la posibilidad de agregar procesamiento, por medio de equipos externos, a las señales que reciben. Las conexiones de inserción (Figura 25.6) proveen el medio para intercalar efectos y otros procesadores en serie.

Se utilizan cables de inserción en Y, terminados en un extremo en un conector de tipo plug TRS y en el otro en dos conectores plug TS (Figura 25.7). Al introducir el plug TRS en el conector de inserción de la consola, se interrumpe la conexión interna entre la salida del ajuste de nivel y la entrada del ecualizador, y dichos puntos se derivan hacia afuera por medio de los conectores TS, dirigiéndose respectivamente a la entrada y la salida del procesador externo.

Estas conexiones de inserción permiten, por ejemplo, utilizar compresores o compuertas en canales específicos, así como de-essers, antipop, etc. También pueden canalizarse a través de ellas algunos efectos, como el vibrato.

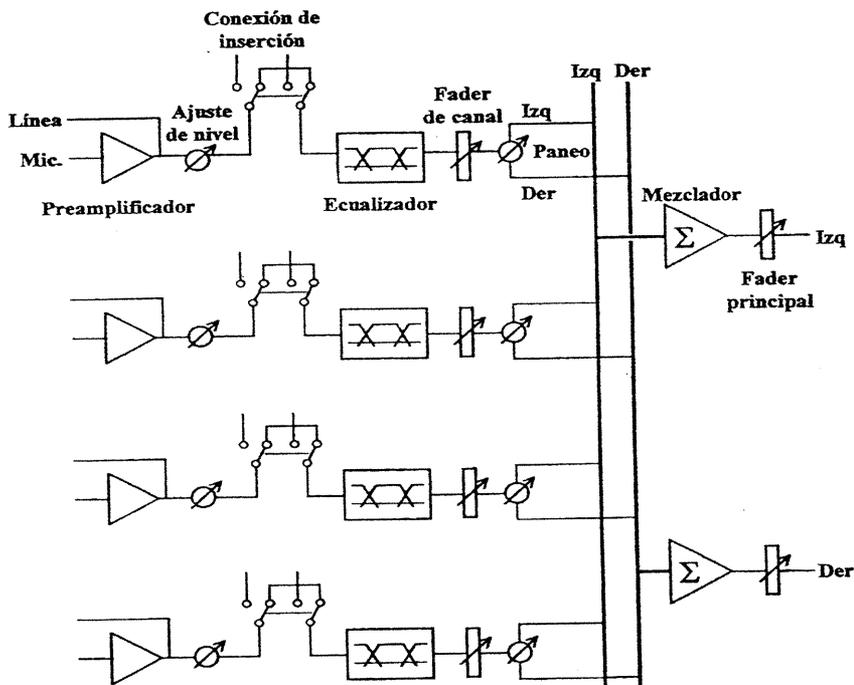
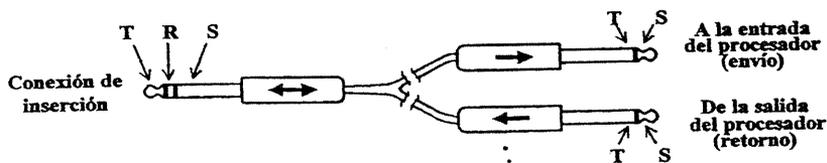


Figura 25.6. Diagrama de bloques de la consola de las figuras anteriores, a la cual se le han agregado conexiones de inserción para intercalar procesadores y/o efectos en serie. Las llaves conmutadoras representan en realidad contactos dentro del conector de la consola, que se separan al introducir un plug TRS.

Las conexiones de inserción vistas hasta aquí estaban ubicadas prácticamente a la entrada, apenas después del ajuste de nivel. Es posible incorporar este tipo de conexiones en otros puntos del trayecto de la señal, inclusive después de la mezcla (lo cual podría ser útil para agregar un compresor-limitador que afecte a la totalidad de la señal de salida).



**Figura 25.7.** Cable de inserción en Y, utilizado para incorporar procesadores o efectos en serie por medio de la conexión de inserción (insert) de una consola. Los conectores son de tipo TRS y TS, es decir plug de  $1/4$ " estéreo y mono respectivamente.

### 25.3.3. Conexiones auxiliares

Habíamos visto en el capítulo 16 que los efectos en paralelo requieren que una parte de la señal pase por el procesador, y otra parte pase directamente, sumándose luego ambas. Una posibilidad sería agregar en cada canal, antes de su salida al bus, un sumador. Esto obligaría, sin embargo, a agregar tantos sumadores como canales de entrada, lo cual encarecería la consola e incrementaría el ruido. Por otra parte, a diferencia de los efectos en serie, los efectos en paralelo suelen aplicarse a varias señales a la vez, es decir son efectos globales (por ejemplo, la reverberación), por lo cual las consolas poseen conexiones auxiliares que involucren a varios canales de entrada o a todos ellos.

Las conexiones auxiliares se dividen en conexiones de envío (send) y de retorno (return). Un envío auxiliar es una salida obtenida sumando, en un mezclador auxiliar, las señales procedentes de los canales de entrada. Dichas señales pasan primero por sendos ajustes de ganancia que permiten mezclarlas en proporciones diferentes a las usadas para la mezcla principal (Figura 25.8). Un retorno auxiliar es una entrada, normalmente estereofónica, que después de un ajuste de ganancia ingresa al bus principal.

### 25.3.4. Envíos auxiliares

Con respecto a los envíos auxiliares, hay dos posibilidades: 1) que las señales a mezclar se tomen *antes* del fader de canal, y 2) que se tomen *después*. En el primer caso se tiene el **auxiliar pre fader**, y en el otro el **auxiliar post fader**. Desde el punto de vista conceptual, no hay diferencias importantes, ya que con cualquiera de los dos procedimientos podría obtenerse el mismo resultado final. Es en el aspecto práctico donde difieren ambas conexiones. Así, dado que el auxiliar *pre fader* toma las señales *antes* de los respectivos faders, no es afectado por los ajustes realizados en los canales con miras a la mezcla principal. Esto permite obtener una mezcla *ad hoc* que puede utilizarse, por ejemplo, en los monitores de los músicos. Por diversas razones, la mejor mezcla principal desde el punto de vista del oyente no necesariamente es la mejor o la *más funcional* para los intérpretes. Por ejemplo, puede suceder que en un pasaje vocal a varias voces con

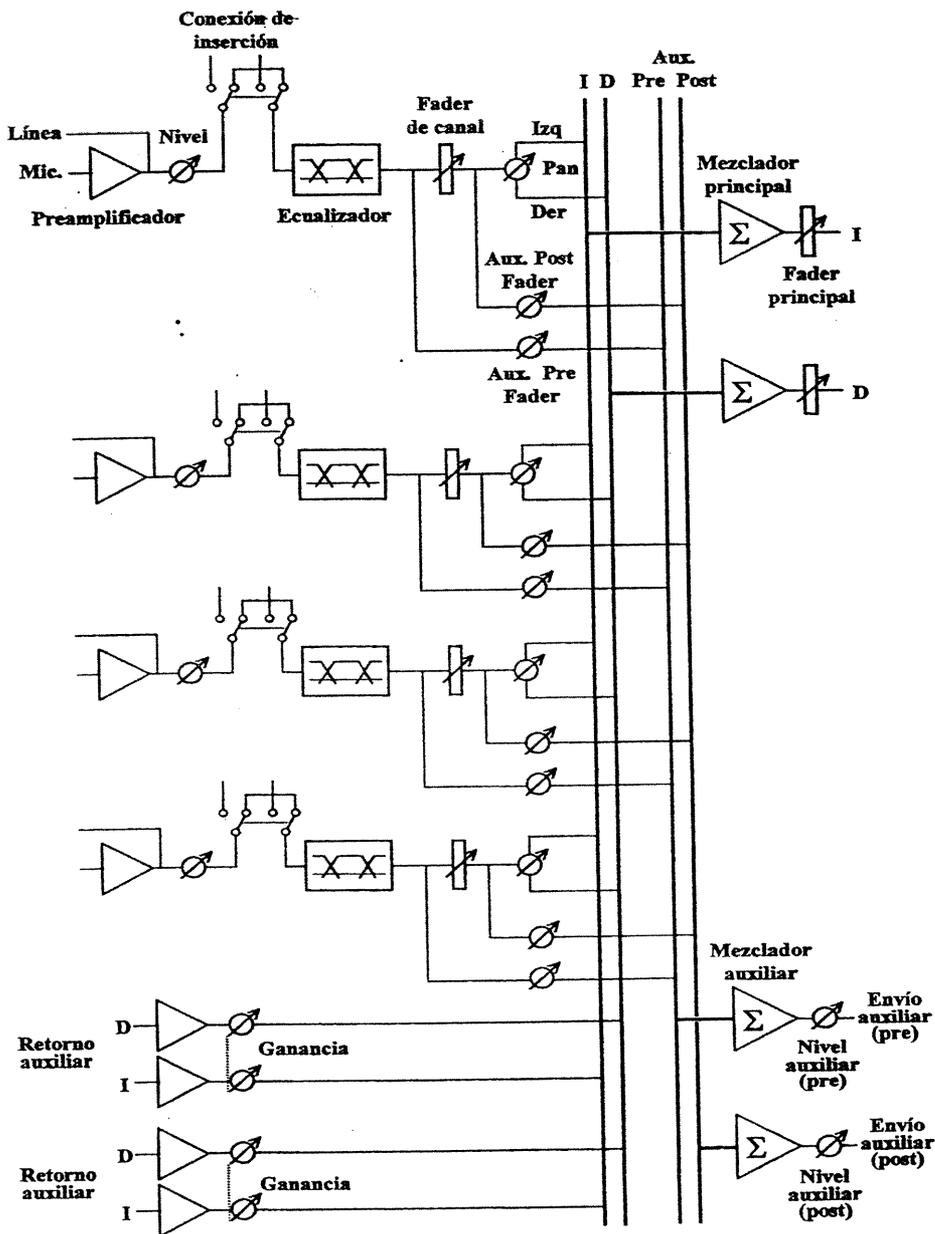


Figura 25.8. Diagrama de bloques de la consola de la figura anterior a la cual se le han agregado envíos y retornos auxiliares.

mucha percusión los cantantes tengan dificultades para mantener la afinación si la percusión sobresale. En ese caso, bastará reducir el nivel de la percusión en el monitor, sin que ello repercuta en la mezcla final a grabar.

El auxiliar *post fader* se utiliza específicamente para los efectos en paralelo. La señal enviada hacia el procesador de efectos (a través del bus auxiliar y su mezclador) queda en este caso afectada por el fader, de modo que la señal procesada (señal "húmeda") aumentará o disminuirá junto con la señal sin procesar (señal "seca").

Tomemos como ejemplo un reverberador digital. Al subir el fader de algún canal en 10 dB, no sólo sube 10 dB el nivel de la señal sino también el nivel de la reverberación. Si utilizamos, en cambio, un auxiliar *pre fader* como envío hacia el reverberador, un aumento de 10 dB en la señal no se verá acompañado por un aumento similar en la señal procesada, y la señal final resultará demasiado seca.

En muchas consolas los envíos auxiliares pueden conmutarse entre *post fader* y *pre fader*. Esto permite mayor versatilidad, dado que deja al operador la elección entre una y otra posibilidad.

### 25.3.5. Retornos auxiliares

Normalmente, los retornos auxiliares reciben la señal que vuelve de un procesador de efectos, y la vuelcan al bus principal. Dado que muchos efectos tienen salida estereofónica (aún cuando tengan entrada monofónica), los retornos auxiliares son, por lo general, estéreo (Figura 25.8). Para ajustar apropiadamente la relación entre el efecto y el sonido directo se provee un control de ganancia *estéreo* (es decir cuyo ajuste es el mismo para ambos canales).

### 25.3.6. Grupos o submasters

Las consolas grandes suelen tener varias salidas denominadas *grupos* (a veces, también *subgrupos* o *submasters*). Conceptualmente, en un grupo se mezclan las señales presentes en el correspondiente *bus de grupo*, las cuales provienen de los canales de entrada y de los retornos auxiliares, obteniéndose así *mezclas parciales* (Figura 25.9).

En realidad, cuando hay varios grupos, en cada canal de entrada existen *selectores de direccionamiento (routing)* que permiten determinar hacia qué grupo o grupos (no son excluyentes) se dirigirá la señal de dicho canal. Dichos selectores se encuentran después del ajuste de *paneo* del canal, y seleccionan *pares* de grupos, por ejemplo 1-2, 3-4, de manera que las mezclas parciales resulten estereofónicas. Del mismo modo, cada retorno auxiliar posee selectores de direccionamiento con idéntica función.

Después de la mezcla correspondiente a un grupo puede encontrarse una conexión de inserción similar a las que había a la entrada. El objetivo de la misma es permitir agregar un efecto o procesamiento en serie a *todo* el grupo, es decir simultáneamente a todas las señales que intervienen en él. De allí la señal del grupo pasa a un *fader de grupo* (que es un *control de volumen global* del grupo), de donde se obtiene la salida del grupo. Esta salida puede utilizarse para grabar una pista en un grabador multipista, o puede agregarse a la *mezcla principal*, pasando previamente por un ajuste de *paneo de grupo*. Este *paneo* se provee para mayor versatilidad, pero a veces conviene llevarlo a uno u otro extremo.

Supongamos, por ejemplo, que con el selector de direccionamiento enviamos varias señales de entrada a los grupos 1 y 2, cada una con un adecuado *paneo*. Entonces, si se desea llevar dichos grupos a la mezcla principal preservando la imagen estereofónica, convendrá llevar el grupo 1 enteramente al canal izquierdo y el 2 al derecho.

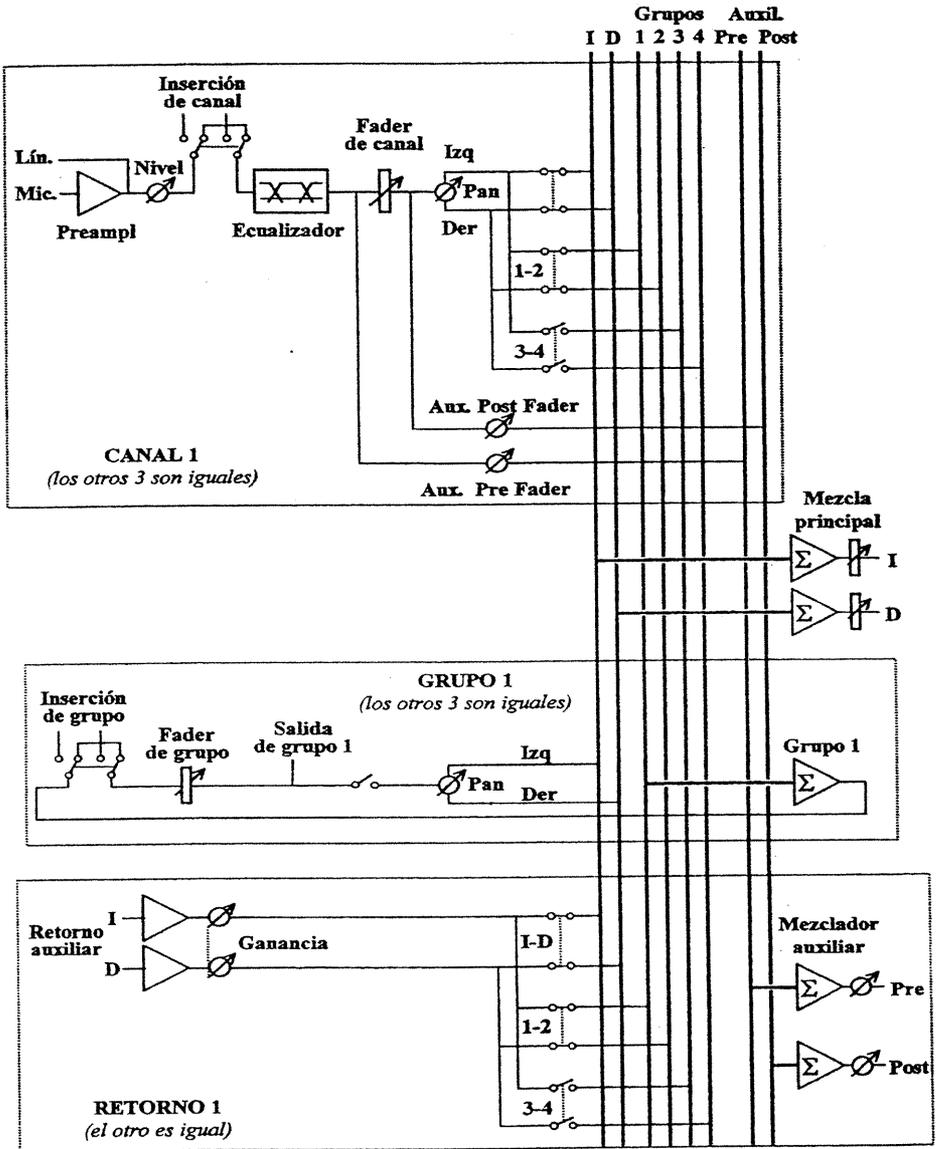


Figura 25.9. Diagrama de bloques de una consola de 4 canales de entrada, 4 grupos de salida, una salida principal estéreo y 2 conexiones auxiliares, una pre fader y la otra post fader. Por razones de claridad se muestra sólo un canal, un grupo y un retorno auxiliar.

### 25.3.7. Fuente fantasma

La mayoría de las consolas actuales proveen una fuente fantasma de 48 V en sus entradas balanceadas XLR de micrófono, para polarizar los micrófonos capacitivos. Esta fuente en general puede conectarse o desconectarse globalmente mediante un interruptor, aunque en las consolas más completas la conexión es independiente en cada canal.

Si bien los micrófonos dinámicos no requieren alimentación, es posible utilizarlos sin peligro con la fuente fantasma conectada siempre que sean balanceados. Si no lo son (aunque posean una ficha XLR), pueden destruirse fácilmente.

### 25.3.8. Monitoreo

El monitoreo consiste en la propalación de la señal resultante de una mezcla para su escucha, ya sea por el operador o por los músicos. Existen dos tipos de **monitoreos**: el monitoreo para el operador, que debe sonar exactamente como la mezcla principal (o submezclas, según el caso), y el monitoreo para el intérprete, que difiere del anterior en que normalmente enfatiza algunas partes que facilitan su ejecución o interpretación. En este último caso se toman las señales de los envíos auxiliares *pre fader*.

El monitoreo para el operador se proporciona normalmente en dos formas: una salida para la **sala de control**, que mediante un amplificador externo de mediana potencia excita los altavoces monitores, y una salida amplificada para auriculares. Se provee un control de volumen para estas señales. En general es posible seleccionar qué mezcla está accesible en la salida para sala de control (por ejemplo, la mezcla principal o un grupo determinado).

### 25.3.9. Selectores de SORDINA (mute)

Además de los controles ya discutidos, existen otros selectores que cumplen funciones administrativas dentro del trabajo de mezcla. El primero es el selector de **sordina (mute)**, que se utiliza para silenciar la señal seleccionada sin alterar las restantes. Este silenciamiento se consigue simplemente desconectando dicha señal del **bus** principal y del que contiene las señales de monitoreo. Puede aplicarse la **sordina** a más de un canal.

La **sordina** puede utilizarse en varias situaciones. Por ejemplo, para detectar entre un grupo de músicos cuál está desafinando, o para eliminar un canal que contiene indicaciones para los músicos (como avisos de entradas), o una señal de metrónomo, o simplemente una guía grabada por el operador o el ingeniero de sonido describiendo brevemente el título de las piezas, autores, etc.

### 25.3.10. Selectores de SOLO

Otro control habitual en las consolas es el **solo**, que permite silenciar todos los canales excepto aquellos en que se haya presionado el correspondiente botón selector. En cierto sentido cumple la función inversa de la **sordina**, debiendo advertirse que la selección de **solo** prevalece sobre la de **sordina** en el mismo canal.

Esta función se logra desconectando, por medio de un relé (llave comandada eléctricamente por una señal de control), la señal de monitoreo en la sala de control y reemplazándola por una mezcla de un **bus de solos**, que contiene todas las señales de los canales seleccionados como **solo**.

Hay dos tipos de **solo**: el **solo pre fader (pre fader listen, PFL, o también cue)**, que toma la señal del canal antes de pasar por el **fader**, y el **solo post fader (solo in place, SIP)**, que toma la señal tal como va a ser volcada al **bus** principal para su mezcla. El

solo pre fader se utiliza como guía durante el ajuste de nivel de la señal de entrada del canal. El solo post fader, para aislar un determinado canal tal como aparecerá en la mezcla. Es posible seleccionar más de un solo, permitiendo así comparar niveles relativos o ubicaciones en el espacio de dos o más fuentes sonoras virtuales.

### 25.3.11. Vúmetros

A efectos de realizar los ajustes de nivel requeridos, las consolas tienen un instrumento de medición denominado **vúmetro**. El nombre proviene de las siglas de **Volume Units**, es decir **unidades de volumen** (utilizada históricamente para medir el volumen sonoro entregado). Es una escala logarítmica que coincide con el nivel de potencia en **dBm**. Hoy en día se utilizan más las referencias de tensión, como el **dBu** (que sólo coincide con el **dBm** cuando la carga es una resistencia de **600 Ω**). En realidad existen tres escalas para los vúmetros en uso por los diversos fabricantes de consolas, que consisten en llamar **0 VU** a los niveles **-10 dBV**, **+4 dBu**, y a **0 dBu** respectivamente. En todos los casos deberá verificarse en el manual del usuario cuál es la referencia utilizada.

## 25.4. Presentación de los canales de entrada

Los canales de entrada poseen una presentación bastante característica, en la cual se integran varios de los elementos que hemos descripto hasta ahora. Aunque existen muchas variantes según el fabricante y el modelo, el aspecto general es el que se muestra en la **Figura 25.10**.

Como puede apreciarse, el ordenamiento vertical de los controles, ajustes y selectores sigue aproximadamente la sucesión de bloques por los cuales va pasando la señal. Así, en la parte superior encontramos el potenciómetro de ajuste de nivel de la señal de entrada. Luego se encuentra un botón de selección con el cual puede optarse por intercalar o no un filtro pasaaltos de baja frecuencia (en el ejemplo, de **50 Hz**) para eliminar o reducir componentes de muy baja frecuencia o inclusive subsónicas, que pese a ser inaudibles pueden restar rango dinámico a la señal.

Debajo de la sección anterior se tiene la sección ecualizadora. En este ejemplo se muestra un ecualizador paramétrico en el cual la frecuencia de corte de los graves es de **100 Hz**, la frecuencia de corte de los agudos de **10 kHz** y la frecuencia de los medios es ajustable, así como su factor de calidad **Q**.

Más abajo aparece la sección de control de nivel de las salidas auxiliares, que en este ejemplo son 4. Junto a cada ajuste de nivel hay un botón que permite conmutar entre conexiones post fader (la normal) y pre fader. No siempre se tiene esta disposición. A veces algunos auxiliares son pre fader y otros post fader, otras veces algunos son conmutables y otros no, y en otros casos se pueden conmutar por grupos (por ejemplo, los auxiliares **1** y **2** son post fader y los **3** y **4** se conmutan juntos entre pre y post fader). Otra variante en el caso de los auxiliares es que exista algún botón de selección que permite que un mismo potenciómetro de ajuste pueda, optativamente, referirse por ejemplo al auxiliar **4** ó al **5**. Este tipo de presentaciones obedece nada más que a compromisos de diseño, en donde se procura minimizar el número de componentes (y en consecuencia abaratar el producto) preservando la máxima versatilidad posible.

Luego nos encontramos con la sección de **paneo**, con algunos selectores de direccionamiento. Estos selectores permiten dirigir la señal **paneada** a los canales izquierdo y derecho de la mezcla principal, a los grupos de salida (o submezclas) **1** y **2**, o a los

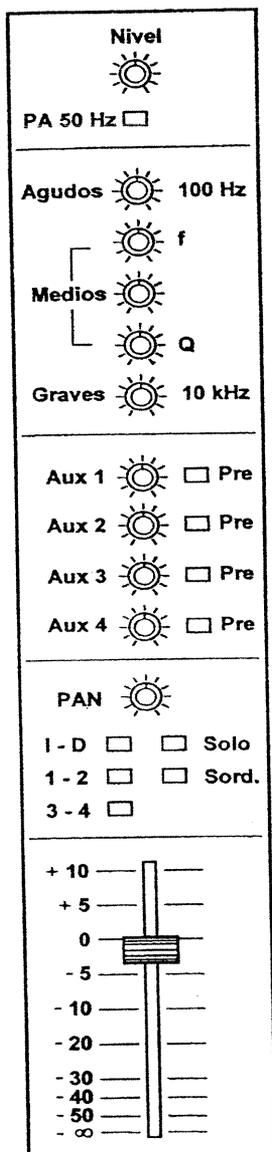


Figura 25.10. Ejemplo de canal de entrada de una consola con 4 grupos y 4 salidas auxiliares seleccionables como pre o post fader.

grupos 3 y 4, no excluyentemente. También se encuentran aquí los botones de solo y sordina. Esta última directamente elimina de la mezcla la señal proveniente del canal correspondiente. El selector de solo, en cambio, afecta principalmente al bus de solos y a la señal de monitoreo para la sala de control, de modo que no afecta la mezcla principal. En algunos casos puede afectar la salida de los grupos.

Finalmente, se tiene el fader de canal, es decir un potenciómetro deslizante que permite ajustar el nivel de la señal correspondiente a dicho canal a los efectos de la mezcla principal o de las mezclas de los grupos. El fader está graduado en dB referidos a ganancia 1, es decir que una ganancia de tensión de 2, por ejemplo, corresponderá a

$$20 \log_{10} \frac{2}{1} = 6 \text{ dB} .$$

Muchas fabricantes prefieren graduar los faders de sus consolas de 0 a 10, sin que tal escala represente ningún tipo de medida estándar. La misma observación vale para el resto de los controles o ajustes de ganancia (excepto en los equalizadores, en los que se ha impuesto la graduación en dB).

## 25.5. Sección de salida

También la sección de salida tiene una presentación característica en las consolas, aunque existen más variantes que en los canales de entrada. Esta sección incluye los faders de los grupos, el fader principal, los ajustes de nivel de los envíos y retornos auxiliares, los vúmetros, el ajuste de volumen del monitoreo de la sala de control, y una serie de selectores de direccionamiento vinculados con los grupos, los retornos auxiliares y el monitoreo. En la Figura 25.11 se muestra un ejemplo.

En la parte superior de esta sección suelen encontrarse los vúmetros. En general existe por lo menos un vúmetro por cada grupo, y un par estéreo para la mezcla principal, aunque en

las consolas más económicas se suele utilizar un solo par estéreo asignable a diversas salidas por medio de botones selectores (similares a los de direccionamiento del paneo).

En la parte inferior, paralelamente a los faders de los canales de entrada, se encuentran ubicados los faders de los grupos y de la mezcla principal.

Los ajustes de nivel y los botones de direccionamiento se ubican normalmente en la zona central de la sección de salida, existiendo aquí casi tantas variantes posibles como modelos de consolas existen. Esto suele ser fuente de confusión para el usuario, especialmente cuando se trata de adquirir una nueva unidad. Siempre es recomendable examinar con detenimiento el diagrama de bloques interno y relacionarlo con las perillas de

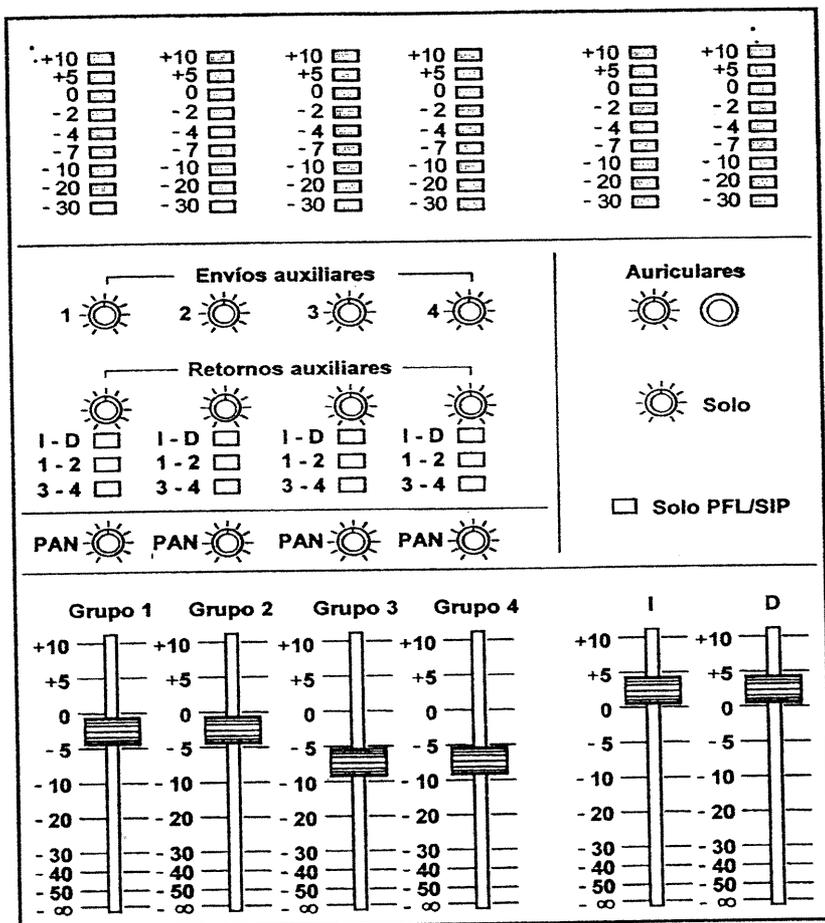


Figura 25.11. Aspecto de la sección de salida de una consola con 4 grupos de salida y una salida principal.

ajuste y los selectores disponibles en el panel de control. Además es útil imaginar varias situaciones complejas de mezcla y verificar si la consola ofrece posibilidades suficientes para llevarlas a cabo.

En el ejemplo de la **Figura 25.11** cada grupo posee un ajuste de **paneo**, que determina en qué proporción se mezcla cada uno de ellos en cada canal de la salida principal. Además, cada retorno auxiliar tiene selectores que permiten ingresar la correspondiente señal estereofónica al bus principal y/o a pares de buses de grupo.

También se ubica en esta parte de la consola la conexión de auriculares, que va acompañada de un control de volumen que afecta a ambos canales por igual.

Finalmente, se ha incluido un selector que establece si el modo del solo es **PFL** (pre fader) o **SIP** (post fader). También se ha incorporado un control de volumen propio para el solo, lo cual permite no alterar el nivel de monitoreo general cada vez que se desea escuchar un canal individual.

## 25.6. Conexiones para grabador de cinta

Muchas consolas tienen conexiones de entrada y de salida para grabadores de cinta, de cassette o de DAT. En general se trata de conexiones para grabadores estereofónicos y no multipista. Las entradas (**tape in**), provenientes de las salidas de reproducción (**play**) del grabador, en algunos casos actúan como canales de entrada suplementarios, y en otros casos simplemente como entradas para el sistema de monitoreo de la sala de control. Las salidas para grabador (**tape out**) por lo general repiten las salidas principales, lo cual posibilita registrar en DAT el resultado de una mezcla completa.

Cuando se desea grabar en multipista se recurre a los envíos de inserción de los canales, intercalando si es necesario algunos procesadores, como ecualizadores externos, compresores o compuertas. También pueden grabarse las submezclas de los grupos aprovechando las salidas de grupo.

Algunas consolas poseen salidas directas post fader de los canales de entrada, que permiten grabar en multipista las señales después de pasar por los filtros, el ecualizador y el fader de canal. Si bien esto da mayor flexibilidad, a veces puede ser más conveniente grabar y reproducir por medio de la conexión de inserción, ya que de ese modo no hace falta un reconexión, pudiendo enviarse las salidas del grabador multipista a través del retorno de inserción, procediéndose con la mezcla del material grabado exactamente como si fueran las señales originales en vivo.

## 25.7. Estructura de ganancia

En una consola de mezcla existe una cantidad comparativamente grande de amplificadores y atenuadores en el camino de la señal, desde la entrada de línea o de micrófono hasta la mezcla principal. La descripción de las distintas etapas de ganancia se denomina **estructura de ganancia** de la consola. A pesar de que la misma ganancia final puede obtenerse de varios modos diferentes, razones de orden práctico y consideraciones sobre el rango dinámico y la relación señal a ruido hacen preferible respetar algunas normas de fijación de los diversos ajustes.

La estructura de ganancia se representa como un diagrama en el cual se muestran los rangos de ganancia de cada una de las etapas sucesivas (**Figura 25.12**). En el caso

del ecualizador, aunque por claridad del dibujo las bandas están representadas en sucesión, en realidad la señal correspondiente a cada banda es afectada sólo por la sección ecualizadora respectiva.

Si seguimos el recorrido de una señal de entrada, veremos que la ganancia total puede llegar a ser tan alta como

$$40 \text{ dB} + 12 \text{ dB} + 10 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 72 \text{ dB} .$$

Este valor no es conveniente, ya que puede conducir fácilmente a la saturación de una o más etapas de la consola. Por ejemplo, una señal de línea  $-10 \text{ dBu}$  ( $245 \text{ mV}$ ), amplificada con esta ganancia implicaría una salida de  $62 \text{ dBu}$ , es decir ¡ $975 \text{ V}$ ! Evidentemente, mucho antes se llega a la saturación y por lo tanto a la distorsión. La razón de la alta ganancia en el ajuste de nivel de entrada (máximo de  $40 \text{ dB}$ ) es para dar mayor flexibilidad en relación con el nivel de entrada, permitiendo manejar señales de nivel intermedio, como la que generan algunos instrumentos electroacústicos.

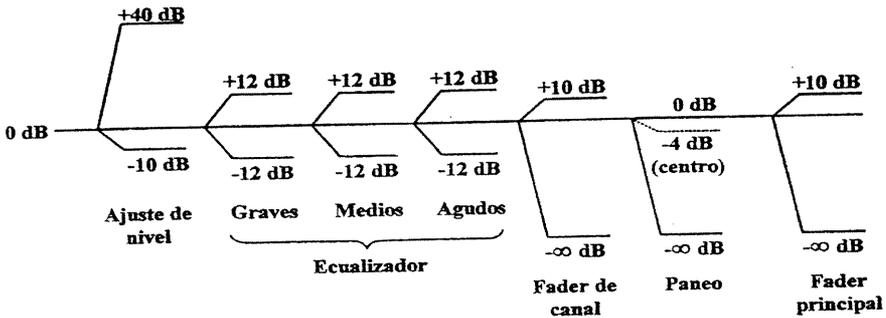


Figura 25.12. Estructura de ganancia para las entradas de línea de la consola de la figura 25.9. Las entradas de micrófono tienen ganancias adicionales por medio del preamplificador de entrada.

La norma general para los ajustes de ganancia es procurar mantener el nivel de la señal cercano a  $0 \text{ dBu}$  en todos los puntos del circuito. Niveles mucho menores comprometen la relación señal/ruido, ya que los ajustes de ganancia afectan a la señal y al ruido generado *antes* del ajuste, pero no al ruido generado *después* (recordemos que, en mayor o menor medida, todos los componentes de un circuito generan ruido). Niveles mucho mayores, por otra parte, son susceptibles de producir saturación, especialmente en la etapas de mezcla (principal, de grupo o auxiliar).

## 25.8. Margen de sobrecarga (headroom)

Un parámetro de gran importancia en la mayoría de los equipos de audio profesional, y muy especialmente en las consolas, es el margen de sobrecarga (headroom).

Se define como el exceso de nivel que puede manejar la salida respecto al nivel medio nominal de la señal antes de llegar a la saturación (recorte). Por ejemplo, si el nivel nominal de señal para determinado equipo es de 4 dBu (1,23 V) y éste puede funcionar sin saturarse con señales de hasta 24 dBu (12,3 V), entonces su margen de sobrecarga MS (en inglés, HR) será

$$MS = 24 \text{ dBu} - 4 \text{ dBu} = 20 \text{ dB} .$$

En las consolas la mayor dificultad aparece en los mezcladores, ya que reciben multitud de señales (provenientes de los canales de entrada, de los grupos y de los retornos auxiliares) que se suman elevando el nivel de la salida.

Supongamos, por ejemplo, una consola de 24 canales, con 4 grupos y 6 retornos auxiliares, y que cada uno de ellos vuelca sobre el bus principal una señal cuyo nivel se ha ajustado a su valor nominal de 4 dBu. Eso significa que existen sobre el bus principal 34 señales de valor eficaz 1,23 V. Esto implica que a la salida del sumador habrá 1,23 V debidos a cada una de estas señales. Una característica importante de los niveles es que no se suman directamente, sino que hay que expresarlos primero en términos de potencia. Si la resistencia de carga es, por ejemplo, de 10 K $\Omega$ , entonces la potencia entregada por cada señal es

$$Pot_{1 \text{ señal}} = \frac{1,23^2}{10000} = 0,15 \text{ mW} .$$

Entonces la potencia de las 34 fuentes es

$$Pot_{34 \text{ señales}} = 34 \times 0,15 \text{ mW} = 5,1 \text{ mW} ,$$

de donde la tensión eficaz equivalente resulta ser (ver sección 7.6)

$$V_{34 \text{ señales}} = \sqrt{10.000 \times 0,0051} = 7,15 \text{ V} ,$$

que corresponde a un nivel de tensión en dBu de

$$N_{\text{dBu}} = 20 \log_{10} \frac{7,15}{0,775} = 19,3 \text{ dBu} .$$

En este caso se necesitará, por lo menos, un margen de sobrecarga

$$MS = 19,3 \text{ dBu} - 4 \text{ dBu} = 15,3 \text{ dB} ,$$

por lo cual una consola como la anterior (MS = 20 dB) puede utilizarse satisfactoriamente para esta mezcla.

Se puede demostrar que cada vez que se duplica la cantidad de señales de una mezcla el nivel de tensión de salida aumenta 3 dB, lo cual implica que *en las consolas con gran número de canales se requiere un margen de sobrecarga muy grande.*

En los casos en que el margen de sobrecarga no alcance para cubrir las necesidades de una mezcla determinada, se hace necesario reducir (mediante el ajuste de nivel) el

nivel de señal de las entradas. Dado que esta reducción afecta sólo a la señal y no al ruido generado por el resto del circuito, se desmejora la relación señal / ruido. Esto es todavía más problemático cuando hay un gran número de canales, ya que el nivel de ruido también aumenta 3 dB cada vez que se duplica el número de canales efectivamente utilizados. Por esta razón es recomendable llevar al mínimo ( $-\infty$ ) el fader de todo canal que no se esté utilizando.

En general conviene que las entradas tengan el máximo nivel que resulte compatible con el margen de sobrecarga disponible. Cuando se utilizan todos los canales, dicho nivel está cerca del nivel nominal. Cuando se utilizan sólo unos pocos canales, es posible trabajar con niveles algo mayores que el nominal, mejorándose así la relación señal/ruido.

## 25.9. Especificaciones de las consolas

Hemos insistido en los capítulos anteriores sobre la necesidad de prestar gran atención a las especificaciones de los diversos componentes de un sistema de sonido. En el caso de las consolas dicha atención debe redoblar, porque es muy sencillo proporcionar datos falaces, o que se presten a interpretaciones equivocadas sobre la capacidad real de las mismas (lo cual sucede con demasiada frecuencia).

Hay algunas especificaciones obvias, como el número de canales de entrada, la cantidad de conexiones auxiliares y de grupos. Inclusive el diagrama de bloques del conexionado interno, que no es en sí una especificación, nos puede informar sobre la aptitud *desde el punto de vista de la conectividad* de determinado modelo para el tipo de trabajo que se va a realizar con la consola.

Otras especificaciones que en principio parecerían similares a las correspondientes a otros equipos (distorsión, ruido, separación de canales) ofrecen, en cambio, algunas dificultades. En estos casos es sumamente importante que la especificación se brinde adjuntando las condiciones bajo las cuales se mide o determina. Hay que tener en cuenta que muchas consolas disponibles comercialmente carecen por completo de esta información, y por lo tanto o bien están proporcionando datos intencionalmente engañosos, o bien las mediciones no se han realizado con un mínimo de seriedad que garantice que los valores sean confiables.

### 25.9.1. Distorsión

La primera especificación es la distorsión. En general se da la distorsión total armónica, THD, y en algunos casos la distorsión por intermodulación, IMD. Los datos mínimos requeridos son los siguientes:

1) La frecuencia de la señal senoidal de prueba. Normalmente es 1 kHz, pero sería deseable también disponer de los valores de distorsión a otras frecuencias, por ejemplo 100 Hz y 10 kHz.

2) El punto donde se inyecta la señal. En general es la entrada de línea de un canal, pero podría ser un retorno auxiliar o una conexión de inserción.

3) La ubicación de los faders. Normalmente en su punto nominal (0 dB), aunque a veces se estipula que se ubican en "posiciones típicas", lo cual es ambiguo.

4) El nivel de entrada y salida. Debería ser un valor elevado (especialmente a la salida), como 15 ó 20 dBu. En muchos casos se indica la distorsión para una salida de ni-

vel nominal, por ejemplo 4 dBu. Esto no es demasiado útil, ya que la distorsión es un problema para niveles *altos*, y no bajos.

5) Si se incluye el ruido en la medición o si se tomaron recaudos para medir solamente (y en forma precisa) los armónicos generados por la distorsión no lineal. Esta información está relacionada con la forma más común de medir la distorsión total armónica, que consiste en filtrar la componente fundamental y medir el resto. El problema es que si la distorsión es muy baja, el ruido puede modificar el resultado, a menos que se utilice un analizador de espectro para medir los armónicos individuales.

### 25.9.2. Ruido

La segunda especificación, de importancia fundamental en una consola, es el ruido. Al igual que en otros equipos, puede especificarse en una multitud de formas: como nivel de tensión del ruido a la salida en dBu, como relación señal/ruido, como nivel referido al nivel nominal, como ruido equivalente a la entrada en dBu o dBm, etc. Dado que una consola tiene diversas salidas, la especificación puede variar según a qué salida se refiera. Las condiciones de medición que es necesario conocer son, como mínimo, las siguientes:

1) Salida sobre la cual se mide el ruido (puede ser una salida principal, de grupo, una salida directa de canal (post fader), un envío auxiliar, un envío de inserción, etc.).

2) Posición de los faders de canal y de la salida que corresponda. Aquí es importante resaltar que el ruido cuando todos los faders de canal están al mínimo es siempre menor que cuando están todos en la posición nominal, o, peor aún en su punto máximo. Por esa razón, hay que cuidarse de las especificaciones que carecen de este dato, así como de aquellas que dan el ruido con todos los faders al mínimo o bien con todos menos uno al mínimo.

3) Posición de los controles del ecualizador (deberían ser las posiciones centrales, ya que en caso contrario podría estar acentuándose el ruido en determinada banda, o bien reduciéndoselo).

4) Banda de frecuencias del filtro utilizado para medir el ruido. Normalmente, debería cubrir el rango de 20 Hz a 20 kHz.

5) En caso en que se suministre la relación señal/ruido, el nivel de señal utilizado (normalmente 4 dBu).

6) En caso en que se indique el ruido equivalente de entrada (lo cual es habitual en las entradas de micrófono), la resistencia equivalente de la fuente de señal (típicamente, 150  $\Omega$ ). Esto es debido a que las resistencias tienen ruido propio, denominado ruido térmico, y es necesario poder discriminar qué parte del ruido se debe a la resistencia y qué parte al circuito de entrada. Por ejemplo, una resistencia de 150  $\Omega$  produce un ruido propio de 0,22  $\mu$ V, equivalente a un nivel de tensión de -131 dBu. Si el preamplificador a su vez tiene un ruido de igual valor, al conectársele un micrófono de 150  $\Omega$  el ruido se incrementará hasta -128 dBu. Vemos que si sólo se especificara el ruido del preamplificador, la especificación sería 3 dB mejor que lo que realmente es posible obtener en la práctica (dado que los micrófonos siempre tienen alguna resistencia). NOTA: Esta discusión deja de lado el ruido acústico y el ruido eléctrico no térmico del micrófono.

### 25.9.3. Margen de sobrecarga

La siguiente especificación es el margen de sobrecarga (headroom). A veces no se lo especifica como tal sino que se da el máximo nivel de tensión de salida (indicándose

aparte el nivel nominal de señal). Este dato se proporciona con respecto a las diversas salidas de la consola. Es importante que se detalle la resistencia de carga con la cual se realiza la medición, siendo típicamente de 10 K $\Omega$ . En general el mayor margen de sobrecarga lo tienen las salidas principales. Una especificación típica podría ser de 27 dBu de nivel máximo en la salida principal. En este caso, si suponemos un nivel nominal de 4 dBu, el margen de sobrecarga resulta de 23 dB.

#### 25.9.4. Separación de canales

Otra especificación de las consolas es la separación de canales (crosstalk) o diafonía, definida como la diferencia de nivel entre las señales de dos canales de salida ante una señal de entrada dirigida enteramente a uno de ellos. En la práctica, se suele determinar aplicando señal a un canal de entrada "cerrado" (es decir cuyo fader está al mínimo) y midiendo la señal a la salida con los otros canales "abiertos" (faders en 0 dB, es decir ganancia 1). De esta manera se asegura que la señal que se "filtra" del canal excitado hacia los otros canales llegue a la salida por múltiples caminos, obteniéndose así el peor caso. Otra posibilidad sería "abrir" uno solo de los canales restantes, en cuyo caso se obtendría un valor más engañosamente promisorio, ya que la señal que se "filtra" tendría sólo una vía hacia la salida.

Para que la especificación de separación de canales no resulte ambigua es necesaria la siguiente información complementaria:

1) La frecuencia del tono senoidal aplicado. Normalmente se utiliza 1 kHz, pero dado que la separación de canales depende de la frecuencia, sería interesante también tener información relativa a otras frecuencias.

2) La banda de frecuencia en la cual se hizo la medición. Normalmente, dicha banda es la de 20 Hz a 20 kHz, lo cual no ofrece dificultades cuando la separación de canales no es muy alta. En las consolas con gran separación de canales, el ruido eléctrico puede ser comparable a la señal que se filtra de un canal a otro, y entonces es necesario restringir la medición a una banda angosta alrededor de la frecuencia de excitación.

3) Un detalle de las posiciones de los controles y ajustes involucrados. Por ejemplo, podría ocurrir que la medición se efectúe con todos los faders de canal al mínimo excepto uno físicamente distante del canal excitado. Dado que el pasaje de señal parásita de un canal al otro depende de fenómenos de acoplamiento magnético (efecto transformador) y electrostático (efecto capacitivo), a mayor separación física, menor interacción. Esto significa que el valor medido parecerá mejor que si el canal abierto fuera adyacente al excitado.

Conviene señalar que, lamentablemente, existen dos convenciones opuestas para la separación de canales. Una la expresa con un número positivo de dB, por ejemplo 83 dB, y la otra con un número negativo de igual valor absoluto, por ejemplo -83 dB. En el primer caso se está restando el nivel de la señal directa menos el nivel de la señal filtrada, y en el otro, exactamente al revés. Esta aclaración permite comparar dos consolas de diferentes marcas, aunque una declare una separación de canales de -75 dB y la otra de 81 dB.

#### 25.9.5. Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia se define del mismo modo que para otros equipos. Dentro de las condiciones de medición es importante indicar:

1) En qué posición se ubican los controles de los ecualizadores. Normalmente, deberían estar planos (0 dB).

2) Si se han intercalado o no los filtros pasaalto y pasabajo.

3) El nivel de señal para el cual se ha realizado la medición. Esto es importante, ya que para señales de alta frecuencia y alto nivel aparece una distorsión debida a que el amplificador mezclador tiene un límite en cuanto a la velocidad con que puede variar su salida (dicho límite se denomina *slew rate*). Esto implica que para señales de gran nivel la frecuencia superior de corte se reduce.

4) El tipo de entrada (por ejemplo entrada de línea, entrada de micrófono, retorno auxiliar, etc.) y de salida (envío auxiliar, salida principal, etc.) para los cuales vale el dato suministrado.

Sin intercalar los filtros, la respuesta en frecuencia debería cubrir de la manera más plana posible (es decir, con fluctuaciones de ganancia menores de 1 dB) el rango entre 20 Hz y 20 kHz. Muchas consolas extienden la respuesta en alta frecuencia hasta 50 kHz o aun 100 kHz. Una de las razones que se argumentan para ello, es que de esa manera se logra una menor variación de fase en la región más alta del espectro audible, es decir entre 16 kHz y 20 kHz (debido a que cerca de la frecuencia de corte la fase varía considerablemente). Sin embargo, la longitud de onda de un sonido de 16 kHz es de sólo 2 cm, por lo tanto un error de fase tan alto como un cuarto del periodo (como el que se tiene generalmente en la frecuencia de corte) causaría un error de localización de apenas 0,5 cm, ¡mucho menor que los movimientos habituales de la cabeza! Otra razón esgrimida en favor de una respuesta en frecuencia muy amplia es que de esa forma se reproducen mejor los transitorios muy bruscos, como un golpe de la percusión. Sin embargo, el propio oído no es capaz de reaccionar ante dichos transitorios, por lo cual es irrelevante, desde el punto de vista auditivo, si se los reproduce o no con extrema fidelidad. Hay una tercera razón, más atendible que las anteriores, y es que en general las señales que maneja una consola no van a ser escuchadas directamente, sino después de atravesar diversos procesadores, algunos de los cuales podrían utilizar ciertas características de alta frecuencia de la señal que podrían estar ausentes si la respuesta se limita a 20 kHz.

La principal desventaja de una respuesta frecuencial excesiva es que podrían agregarse a los buses de mezcla señales espurias o ruidos que a pesar de estar fuera del rango audible, incrementarían innecesariamente el nivel general de la mezcla, consumiendo parte del margen de sobrecarga que podría aprovecharse para obtener una mejor relación señal/ruido.

#### 25.9.6. Impedancias de entrada y salida

Es importante conocer las impedancias de entrada y salida porque ellas condicionan fuertemente el tipo de dispositivos que pueden conectarse a la consola. En general las impedancias de entrada de línea están en el orden de 10 k $\Omega$ , mientras que las de salida se aproximan a los 100  $\Omega$ . Las entradas de micrófono son del orden de 1 k $\Omega$ , de manera de no cargar excesivamente al micrófono, pero al mismo tiempo no incrementar el ruido.

#### 25.9.7. Indicadores

Se suelen detallar los diversos señalizadores luminosos, como por ejemplo LEDs indicadores de solo y sordina, de sobrecarga (recorte o saturación), de encendido, de conexión de la fuente fantasma, de tipo de envío auxiliar, etc.

### 25.9.8. Otras especificaciones

Las restantes especificaciones son de carácter administrativo, como por ejemplo las dimensiones, peso, tipo de montaje (rack, mesa), condiciones ambientales de operación y almacenamiento (rango de temperatura y humedad), tipo de alimentación y consumo de energía eléctrica, etc. Estos datos no aportan nada nuevo desde el punto de vista funcional, aunque pueden constituir importantes elementos de decisión a la hora de adquirir una consola.

## 25.10. Conexionado

El correcto conexionado y cableado de los equipos de sonido es muy importante, ya que es lo que garantizará que la captación de ruidos por efecto antena resulte lo menor posible.

### 25.10.1. Blindaje

Todo cable se comporta como una antena capaz de emitir y captar ondas electromagnéticas de diversas frecuencias. Si bien las ondas captadas son en general de bajo nivel, hay que tener en cuenta que las señales útiles que transporta un cable pueden tener un nivel tanto o más bajo, por lo cual se hace necesario tomar medidas para reducir lo más posible tanto la energía radiada como la captada. Un recurso relativamente simple para ello es utilizar cables **blindados**. Dichos cables contienen una funda metálica (**blindaje**) alrededor del o los conductores que llevan la señal propiamente dicha.

La acción del blindaje se basa en dos principios físicos:

1) Dentro de un espacio rodeado por una cubierta metálica (llamada **jaula de Faraday** en honor a Michael Faraday, físico inglés que descubrió este hecho) no hay campos eléctricos provenientes del exterior.

2) Las corrientes inducidas en un conductor (en este caso el blindaje) tienden a canalizarse predominantemente por los circuitos de menor impedancia a los que esté conectado. Conectando el blindaje a masa, se consigue que toda corriente inducida por ruido vaya a masa.

El blindaje puede ser mediante un mallado, que deja ciertos intersticios por los cuales podrían ingresar radiofrecuencias, o por medio de una funda eléctricamente hermética que se logra arrollando una cinta metálica alrededor de los conductores principales.

Es importante que el blindaje no sólo esté presente en el cable, sino también en los conectores. Por este motivo son preferibles los conectores con cubierta metálica, que aseguran el blindaje en todo el trayecto de señal. Los conectores **XLR** poseen siempre ese tipo de cubierta, y esa es una de las razones para su amplia aceptación para conexión de micrófonos.

### 25.10.2. Conexiones balanceadas

Ya habíamos visto en el capítulo 8 el principio sobre el que se basan las conexiones balanceadas. Sintéticamente, dado que no es posible eliminar del todo las tensiones y corrientes de ruido captados por un cable, se reparte la señal en dos mitades, una positiva y la otra negativa respecto al blindaje, y se envía cada una por un conductor. Entonces, al estar los dos conductores físicamente muy próximos, captan casi el mismo ruido, y dado

que la consola tiene un amplificador diferencial a su entrada que resta las señales en los dos conductores, el ruido tiende a cancelarse.

Este tipo de conexión se implementa tanto con conectores XLR como TRS, y se utiliza para las señales de micrófono y las de línea.

### 25.10.3. Panel de conexiones (patch bay)

El panel de conexiones (patch bay) de una consola está formado por la totalidad de las entradas y salidas, es decir, entradas de línea y de micrófono, envíos y retornos auxiliares y de inserción, salidas, salidas principales, de grupo y directas, etc. Suele estar en la parte frontal de la consola, antes de los ajustes de nivel de entrada de los canales (Figura 25.2), o bien directamente sobre la parte posterior del gabinete, o bien repartido entre ambas partes.

En muchos casos es conveniente o aun necesario suplementar este panel con uno externo, montado en un rack (armazón metálico modular de ancho estándar de 19", es decir 48,26 cm, sobre el cual se atornillan los diferentes procesadores, efectos, etc.). Al frente de este panel externo hay multitud de tomas identificadas con letreros, que ponen a disposición del operador una copia bien organizada de las conexiones de la consola y de los procesadores que se utilizan más frecuentemente. Esto facilita mucho el conexionado, además de permitir el uso de cables cortos, reduciendo la posible captación de ruidos por efecto antena. Las conexiones permanentes entre el resto de los equipos y el panel de conexiones externo se realizan por la parte posterior del mismo.

Hay que destacar que cada operador organiza sus paneles de conexión de acuerdo a su conveniencia y según los equipos que posea. Una distribución pensada cuidadosamente permite ahorrar mucho tiempo y evitar errores.

### 25.10.4. Puesta a tierra

Una cuestión importante en un sistema de sonido es la puesta a tierra. La puesta a tierra cumple básicamente dos objetivos: 1) aumentar las condiciones de seguridad con que se trabaja, y 2) reducir lo más posible las interferencias y los ruidos.

Antes de proseguir, es conveniente distinguir tres conceptos diferentes de "tierra" que a veces se confunden.

El primero es la tierra física que constituye el *suelo*. Este material, debido a la humedad y al gran contenido de sales, es un buen conductor de la electricidad, y debido a su gran sección, tiene muy baja resistencia. En las usinas eléctricas, uno de los dos conductores provenientes de los generadores (Figura 25.13), denominado *neutro*, se conecta efectivamente a tierra por medio de grandes barras o caños metálicos. El otro,



Figura 25.13. Concepto de tierra en una instalación de distribución de energía eléctrica. A la izquierda, la usina; a la derecha, el usuario.

denominado vivo, se envía directamente a la distribución. El vivo y el neutro llegan a los terminales de los tomacorrientes, donde se enchufan los artefactos. La *conexión a tierra* consiste en agregar un tercer conductor conectado a tierra por medio de una *jabalina*, que es normalmente un caño galvanizado enterrado hasta uno o dos metros bajo tierra. Idealmente, no debería haber tensión entre el neutro y la conexión a tierra, pero debido a la resistencia de los cables, existen pequeñas caídas de tensión en el cable de neutro que hacen que entre el neutro y la tierra aparezca una pequeña tensión.

El segundo concepto es el de *masa*, que consiste en un cable conectado al chasis y a las partes metálicas del gabinete y de un artefacto. Como norma general, la *masa debe* conectarse a tierra, ya que de esa forma se evitan riesgos de *shock eléctrico*. En efecto, el *shock eléctrico* se produce cuando por alguna razón existe una fuga del vivo hacia el chasis de un equipo. Al tocar partes metálicas del gabinete, se cierra un circuito entre el vivo y la tierra a través del cuerpo, que actúa como conductor eléctrico (Figura 25.14). Si se conecta la masa a tierra, en caso de haber fugas las corrientes circularán directamente a tierra sin pasar por el cuerpo, debido a que dicha conexión tiene una resistencia mucho menor que el cuerpo. Es importante tener en cuenta que una fuga puede producirse por múltiples razones: acumulación de polvo, humedad, desgaste de la cubierta aislante de un cable, aflojamiento de alguna parte del equipo y consecuente contacto con un punto con tensión, objetos metálicos que penetran a través de las ranuras de ventilación, etc. Aún cuando en un equipo nuevo sea poco probable este tipo de fallas, el uso continuo puede conducir a que se produzcan.

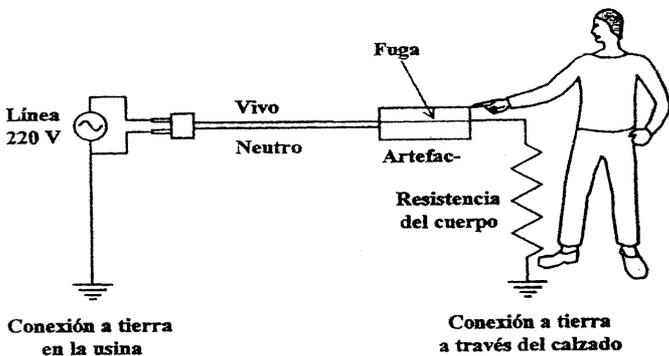


Figura 25.14. Circulación de corriente a través del cuerpo a causa de un artefacto sin conexión a tierra.

El tercer concepto es el de *masa circuital* o *referencia de tensión*, es decir un punto del circuito al cual se le asigna convencionalmente un valor de tensión de  $0\text{ V}$ , y respecto al cual se miden todas las otras tensiones del circuito. En general, corresponde a las pistas más gruesas de los circuitos impresos, y en el caso de las señales no balanceadas, corresponde al blindaje de los cables correspondientes. En este sentido, se trata de una masa local para la circuitería electrónica, en contraposición con la masa global de un artefacto completo.

No sólo son estas tierras diferentes, sino que también lo son, en general, sus tensiones. En algunos equipos la masa global y la masa circuital están eléctricamente aisladas, pero dado que dichas masas son accesibles exteriormente (a través del terminal de conexión a tierra y del terminal común de los conectores de señal), es posible unir las externamente. Otros equipos tienen la masa global y la masa circuital unidas internamente.

En condiciones ideales, las tres tierras deberían unirse, ya que teóricamente de esa forma se reduce el ruido de **modo común** captado por el propio blindaje de los cables blindados. Sin embargo, cuando hay varios equipos interconectados, es preciso proceder con cautela para evitar los denominados **bucles de tierra**. Para comprender este concepto, consideremos el ejemplo de la Figura 25.15. Se trata de dos equipos conectados a través de un cable con blindaje para señal balanceada. Ambos tienen conexión a tierra, y ambos tienen su masa circuital conectada a la masa global (chasis). Resulta que a través del blindaje se cierra un bucle o lazo cerrado con la tierra, como se aprecia en la Figura 25.15. Dicho bucle se comporta como una **antena de cuadro** (similar a las de televisión), captando con gran efectividad los ruidos de baja frecuencia provenientes de ondas electromagnéticas presentes en la zona. La razón física para ello es que opera como una

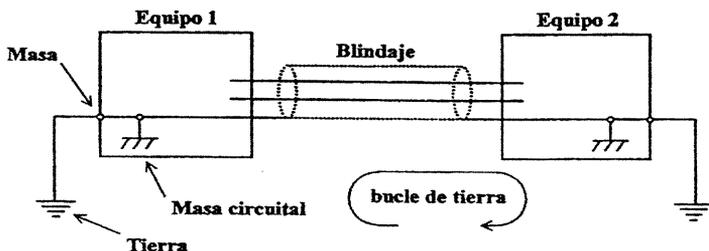


Figura 25.15. Ejemplo de cómo se crea un bucle de tierra cuando se interconectan dos equipos con conexión a tierra.

gran espira atravesada por campos magnéticos variables, particularmente de la frecuencia de la línea de alimentación (50 Hz ó 60 Hz) y sus armónicos, induciéndose tensiones y por lo tanto corrientes que a su vez introducen ruido en el circuito de la señal.

Hay varias formas de eliminar los bucles de tierra. La idea general es no permitir que las tres tierras se conecten entre sí en más de un punto. En la Figura 25.16 se muestra una primera solución: el **blindaje telescópico**, que consiste en conectar el blindaje a masa en *un solo* extremo. Esta conexión sólo es posible cuando la señal es balanceada, por dos razones: 1) no puede interrumpirse el retorno de corriente, y 2) se generarían bucles de tierra en el camino de la señal, lo cual sería muchísimo más grave.

Otra solución es la conexión de las masas circuitales en **estrella** (Figura 25.16). Esta solución, que puede aplicarse con equipos cuya masa circuital está desvinculada de la masa global (chasis), consiste en conectar todas las masas circuitales entre sí, y luego conectar el conjunto así formado a un solo chasis. Finalmente, por razones de seguridad se conectarán todos los chasis a tierra, incluido el que se conecte a las masas circuitales.

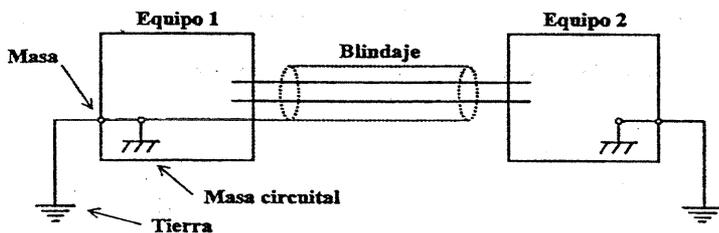


Figura 25.16. Modificación del conexionado de la figura anterior para eliminar el bucle de tierra. Obsérvese que el blindaje está conectado de un solo lado. Esta conexión utiliza el denominado **blindaje telescópico**.

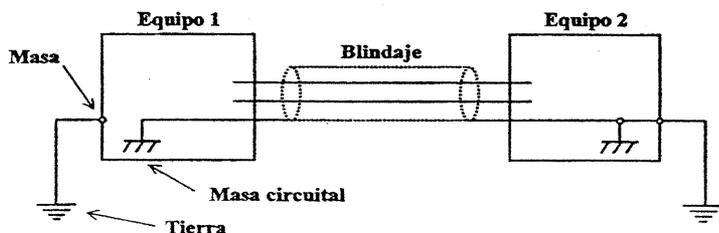


Figura 25.17. Conexión de las masas en **estrella** para evitar el bucle de tierra.

### 25.10.5. Cajas directas

Las **cajas directas** resuelven el problema de la desadaptación de impedancia entre determinados dispositivos y la entrada de micrófono de una consola. El ejemplo típico es el captor (**pick up**) de una guitarra eléctrica. Normalmente éste proporciona una señal de nivel un poco mayor que un micrófono profesional típico, no balanceada y con una alta impedancia interna, mientras que las entradas de micrófono son balanceadas y de baja impedancia (del orden de  $1\text{ k}\Omega$ ). Si se conecta directamente el captor a esta entrada, existirán serios problemas de ruido, además de una caída y degradación considerable de la señal. Esto no sucede al intercalar una caja directa.

Las cajas directas contienen un transformador de alta calidad que aumenta la impedancia vista del lado de la fuente, reduciendo en menor medida la tensión.

## 25.11. Conclusión

La consola de mezcla es, conceptualmente, un sistema sencillo, ya que se limita a amplificar y sumar señales. Sin embargo, la gran diversidad de posibilidades y la alta *conectividad* que exhibe la transforman en un artefacto de considerable complejidad, que

obliga a un conocimiento detallado de todas sus características si se desea sacarle el máximo provecho.

Por otra parte, dado que todas las señales presentes en un sistema de sonido tarde o temprano pasan por la consola, sus especificaciones influyen de manera determinante sobre el producto final: *la mezcla*. Por ese motivo, debe prestarse especial atención a estas especificaciones, que en muchos aspectos deben superar a las de otros componentes del sistema. Por ejemplo, si el ruido de un procesador en serie es de  $-75$  dBu, el de una consola de 24 canales debe ser 14 dB menor (es decir  $-89$  dBu) para no degradar la mezcla final más que lo que lo hacen los procesadores (suponiendo que los 24 canales van a ser tratados por procesadores similares).

Estas consideraciones muestran por qué es tan difícil proyectar una consola de gran cantidad de canales compatible con las exigencias actuales en cuanto a ruido y distorsión, y también por qué es frecuente encontrar especificaciones de consolas sumamente incompletas que intencionalmente o no pasan por alto deficiencias insalvables a la hora de realizar trabajos de mezcla de gran complejidad.

Finalmente, tanto para sonido en vivo (refuerzo sonoro) como en estudio (grabación, transmisión de radio o televisión), debe cuidarse a la interconexión de todos los componentes del sistema, ya que es demasiado sencillo cometer errores que degraden considerablemente el rendimiento global del sistema.