

## CAPITULO 3

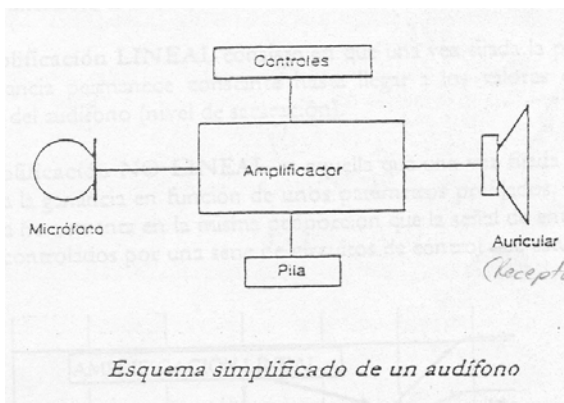
### *EL AUDIFONO: Circuito de amplificación y control*

#### **Función y partes del audífono:**

Las pérdidas, ya sean neurosensoriales, de transmisión o mixtas, constituyen por definición una disminución de la capacidad de audición del individuo que la padece.

Una prótesis auditiva, comúnmente un audífono, tiene como objetivo proporcionar una amplificación del estímulo sonoro suficiente para que el hipoacúsico pueda oírlo. Claro está, esta amplificación ha de ser selectiva con la frecuencia, de forma que ofrezca una mejora de la inteligibilidad en el hipoacúsico, lo cual le dará no sólo una mayor capacidad de percibir sonidos, sino también la de mejorar su capacidad de comunicación en distintos ambientes sonoros.

Un audífono, básicamente, capta mediante un transductor de entrada (micrófono) las ondas sonoras que llegan a él. Las transforma en impulsos eléctricos, los cuales son tratados por el amplificador, el cual transfiere una cierta ganancia a la señal, la cual es presentada en el transductor de salida (auricular), el cual a su vez vuelve a transformar los impulsos eléctricos, en ondas sonoras pero amplificadas. Todo ello, claro está, requiere estar alimentado mediante una pila.



De forma simplificada se puede traducir así:

Señal de entrada + Ganancia = Señal de salida

Ahora bien, el audífono además de ofrecer una amplificación, también tiene la posibilidad de variar la respuesta en frecuencia, esto es, que puede variar la ganancia para las distintas frecuencias de entrada. También puede limitar la máxima señal de salida para que éstas no sobrepasen los valores del umbral doloroso del hipoacúsico.

Aunque tanto como el auricular del audífono son de vital importancia, ya que la calidad del sonido depende en gran medida de ellos, nos centraremos en el amplificador, por ser éste realmente el encargado de tratar la señal y ajustarla a los valores necesarios para una correcta adaptación.

#### *La amplificación: Circuitos amplificadores y de control.*

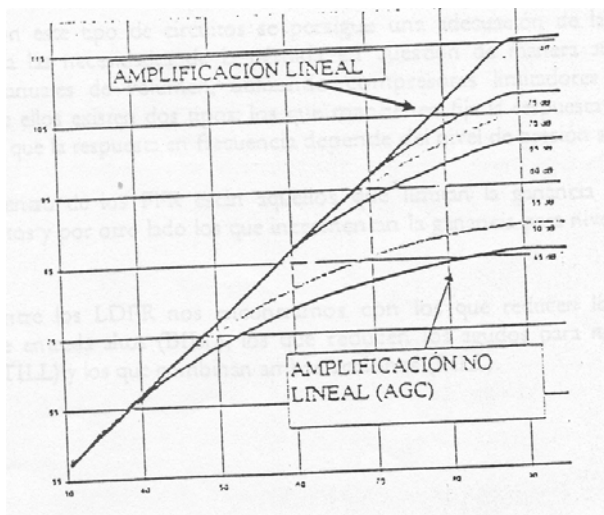
Por la configuración de sus componentes se puede decir que existen tres tipos de amplificadores denominados clase A, clase B y clase D. No entraremos en el detalle constructivo de cada uno de ellos, lo que si haremos es dar las principales características de los mismos.

- El amplificador de la clase A proporciona una muy baja distorsión, poca ganancia y un consumo constante independiente de la señal, incluso en ausencia de esta.
- El de la clase B, también llamado PP o Push – Pull, proporciona una mayor ganancia que los de la clase A y un consumo de corriente mucho menor proporcional a la señal de entrada. La distorsión se presenta en valores menores que para el circuito clase A.
- El circuito amplificador de clase D es una modificación del anterior, que gracias a la tecnología constructiva de componentes elimina la distorsión de la clase B. El consumo en ausencia de señal prácticamente nulo y siempre menor que los tipos PP, alargando la vida de la pila.

En cuanto al tratamiento que le dan a la señal, se puede distinguir dos tipos de amplificación: la lineal y la no lineal.

Una amplificación LINEAL consiste en que una vez fijada la posición del volumen, la ganancia permanece constante hasta llegar a los valores de máxima presión de salida del audífono (nivel de saturación).

Una amplificación NO LINEAL es aquella que una vez fijada la posición de volumen varía la ganancia en función de unos parámetros prefijados. Es decir, la salida amplificada no aumenta en la misma proporción que la señal de entrada. Estos parámetros son controlados por una serie de circuitos de control que estudiaremos a continuación.



### ***El circuito AGC (Control Automático de Ganancia)***

El circuito AGC es un compresor que permite variar la ganancia en función de la señal de entrada o de salida, dependiendo de esto existe el AGC-I (entrada) y el AGC O (salida).

En el AGC-I, el control de la ganancia depende de la señal de entrada. La compresión comienza cuando el valor de la señal de entrada supera un cierto valor umbral prefijado (TK). Por debajo de este valor la amplificación es lineal y por encima de este la ganancia disminuye en una relación denominada relación de compresión, que puede ser 2:1, 3:1, 4:1,... y que significa que para incrementar 1 decibelio en la salida es necesario que en la entrada se incrementen 2, 3, 4, ...decibelios.

En el AGC-O, el control de la ganancia depende de la señal de la salida. Por tanto, la compresión o disminución de señal comienza cuando en la salida se detecta un nivel de presión sonora superior a un umbral prefijado. En resumen, la señal se comprime después de haber sido amplificada.

Normalmente los audífonos suelen llevar una sólo AGC bien de entrada o de salida. Para vez existe una combinación de ambos.

### ***El Circuito PC (Control de Potencia o Control de Pico).***

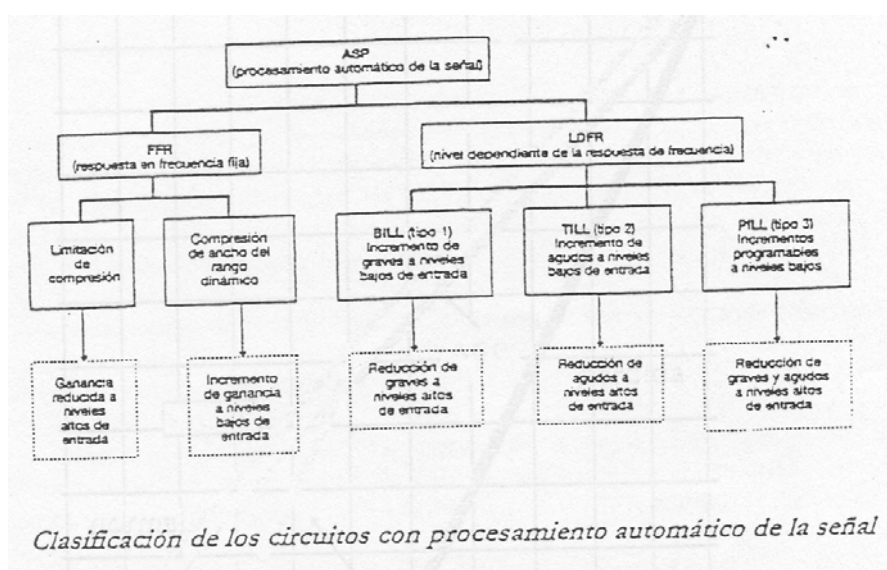
El circuito PC es un compresor que limita la señal de salida del audífono al valor determinado normalmente por un trimmer. La limitación se realiza a la salida del amplificador y la diferencia con respecto al AGC es que reduce la ganancia total del sistema, evitando que la presión máxima de salida supere ciertos valores en todas las frecuencias, mientras que el AGC no modificaba la respuesta en frecuencia del audífono.

### ***Circuitos ASP (Procesamiento de señal automático).***

Con este tipo de circuitos se persigue una adecuación de la ganancia del audífono a las necesidades de la pérdida en cuestión de manera automática, sin ajustes manuales de volumen, utilizando compresores limitadores de potencia. Dentro de ellos existen dos tipos: los que mantienen fija la respuesta en frecuencia FFR y los que la respuesta en frecuencia dependen del nivel de presión sonora LDFR.

Dentro de los FFR están aquellos que limitan la ganancia en niveles de entrada altos y por otro lado los que incrementan la ganancia para niveles de entrada bajos.

Entre los LDFR nos encontramos con los que reducen los graves para niveles de entrada altos (BILL), los que reducen los agudos para niveles altos de entrada (TILL) y los que combinan ambas acciones (PILL).

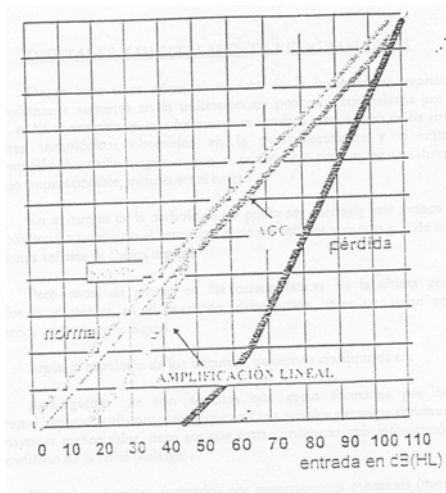


### ***Circuito K-AMP***

El circuito K-AMP permite un ajuste automático de la ganancia a los distintos niveles sonoros de entrada. Responde como un circuito AGC, (que como recordaremos limitaba la ganancia para niveles de entrada altos a partir de un cierto nivel umbral de entrada), con una sobreamplificación para niveles de entrada bajos. Esto permite que hipoacúsicos con una pérdida moderada-severa, oigan sonidos por debajo de cierto valor de entrada. A partir de éste la amplificación se realiza mediante una relación de compresión de 2:1 (cada dos decibelios de variación en la entrada se incrementa 1 en la salida) hasta el valor umbral de ataque del AGC, en donde la amplificación puede llegar a ser nula (relación de compresión 1:1).

Con la aparición de este circuito se mejora la inteligibilidad de la palabra de numerosos hipoacúsicos con pérdidas por encima de 40 dB HL y caída en agudos.

Hay que hacer una salvedad, y es que en pérdidas leves (por debajo de 40 dB aprox.) la sobreamplificación de niveles bajos de entrada puede originar un ligero zumbido correspondiente al sonido ambiente en silencio, que en ocasiones puede llegar a ser molesto para el hipoacúsico.



### ***El Circuito S- AMP***

El circuito S- AMP tiene un funcionamiento muy parecido al K-AMP, la diferencia estriba en la relación de compresión en la zona de valores de entrada intermedios, la cual es superior a la del circuito K-AMP.

### ***El control de Tonos***

Existen además de los vistos hasta ahora, una serie de circuitos de control sobre la señal de salida. Estos, a diferencia de los anteriores no actúan sobre todas las frecuencias, sino que lo hacen sobre la banda de graves o de agudos. Son los denominados Control de tonos (NH) (NL).

El control (NH) o control de graves, suele actuar disminuyendo o aumentando la ganancia de los sonidos graves cuando acciona, normalmente un trimmer, incorporado al audífono.

Por su parte, el control (NL) o control de agudos, actúa de forma similar al anterior pero sobre la banda de sonidos agudos.

Tanto el accionamiento de uno o de otro, llevan consigo un aumento o disminución de la ganancia del audífono.

### ***Digitales y Digitalmente Programables.***

Desde hace unos años, el mundo de la industria ha experimentado un impresionante aumento en la utilización de procesos controlados por ordenados. Este se ha convertido en una herramienta fundamental dentro de las empresas y los avances tecnológicos obtenidos en la microelectrónica y el tratamiento de información ha dado origen a que el ordenador pase a ser una herramienta de trabajo imprescindible, incluso en el hogar.

En el campo de la audiolología no podía ser menos y este avance y desarrollo tecnológico ha permitido el tratamiento de las señales acústicas y el de los controles de dichas señales de forma digital.

Según la topología de los circuitos, podemos clasificarlos en:

1. Analógicos: que son aquellos que están formados por componentes discretos, separados físicamente y que utilizan señales eléctricas continuas o alternas de mayor o menor valor, pero sin que estas contengan más información que la del valor mismo de la señal (voltaje).
2. Digitales: circuitos formados por componentes continuos (microchips), los cuales utilizan además de una señal de alimentación, un conjunto de señales eléctricas que forman un código, el cual contiene una información lógica, la cual es interpretada para generar distintas funciones.

Ahora bien, refiriéndose al campo de los audífonos nos encontramos con que existen los denominados digitales y los digitalmente programables.

Los primeros consisten en que el circuito de ampliación es un microprocesador que trata la señal acústica procedente del micrófono y es capaz de situar valores de ganancia en los valores correctos para cada banda de frecuencias. Al ser un amplificador digital, la calidad del sonido es muy buena, el problema es que tanto el micrófono como el auricular, en la actualidad, son analógicos y por tanto el sonido sufre dos conversiones, analógico-digital en la entrada y digital – analógico en la salida. Por otro lado, el tratamiento de este tipo de señales no permite ampliaciones muy grandes, por lo que la adaptación se reduce a pérdidas entre débiles y moderadas.

Los audífonos digitalmente programables solventan este problema, dado que la circuitería de ampliación es analógica, pero esta circuitería permite distintas configuraciones para distintas pérdidas con un ajuste digital. Esto quiere decir que a través de un ordenador se pueden ajustar los parámetros de reglaje, ganancia, control de tonos, máxima presión de salida, incluso con la posibilidad de añadir varios canales para un ajuste más fino.

Por otro lado, los digitalmente programables son audífonos de muy altas prestaciones. La explicación es que la mayoría de los audífonos analógicos no pueden llevar más de dos o tres trimmers para su reglaje. Los digitalmente programables, en cambio permiten a través del circuito de control programable, añadir muchas posibilidades de ajuste, dándole una versatilidad hasta ahora imposible de conseguir con los tradicionales.

La implantación de este tipo de audífonos es hoy día un hecho y los resultados de las adaptaciones realizadas con este tipo de audífonos un verdadero logro para solventar problemas de discriminación y reclutamiento de muchos deficientes auditivos.