



# Procesadores de Audio para AM y FM

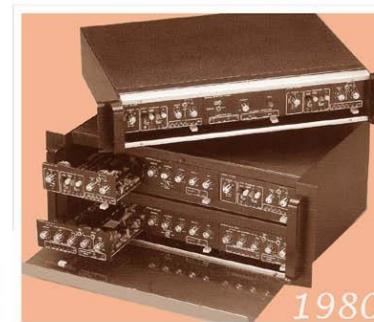
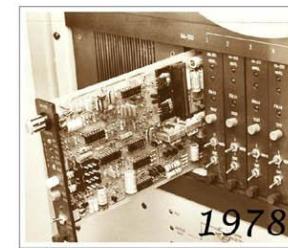
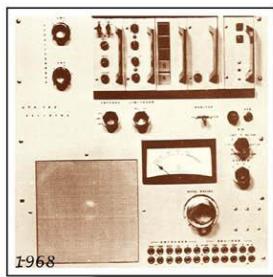
- Una nueva tecnología, creada en 40 años de investigación, que ha cambiado el sonido de la Radio en 45 países
  
- Use las teclas de flecha
- → ← para mover las diapositivas

Desde 1968 estamos fabricando procesadores  
de audio para Radio...

---

Otros fabricantes, en 1968, eran CBS Labs, RCA, Gates y Telefunken....

...Todas esas firmas fueron desapareciendo del mercado a lo largo de estos casi 40 años en que Solidyne siguió innovando. Hoy somos la empresa más antigua del mundo en este campo





# Nuestra experiencia es una garantía de calidad para su Radio

---

- Diseñar y fabricar procesadores es como fabricar violines. La calidad de audio no es un simple problema técnico sino función de la forma en que el cerebro humano interpreta los sonidos.
- Hemos pasado muchos años investigando en este campo y publicando trabajos científicos. Nuestros 40 años de investigación ayudarán a su radio a ser más competitiva y destacarse de las demás.
- Tratemos de entender, sumariamente, el proceso de la audición, que es la base de los modernos procesadores de audio digitales.

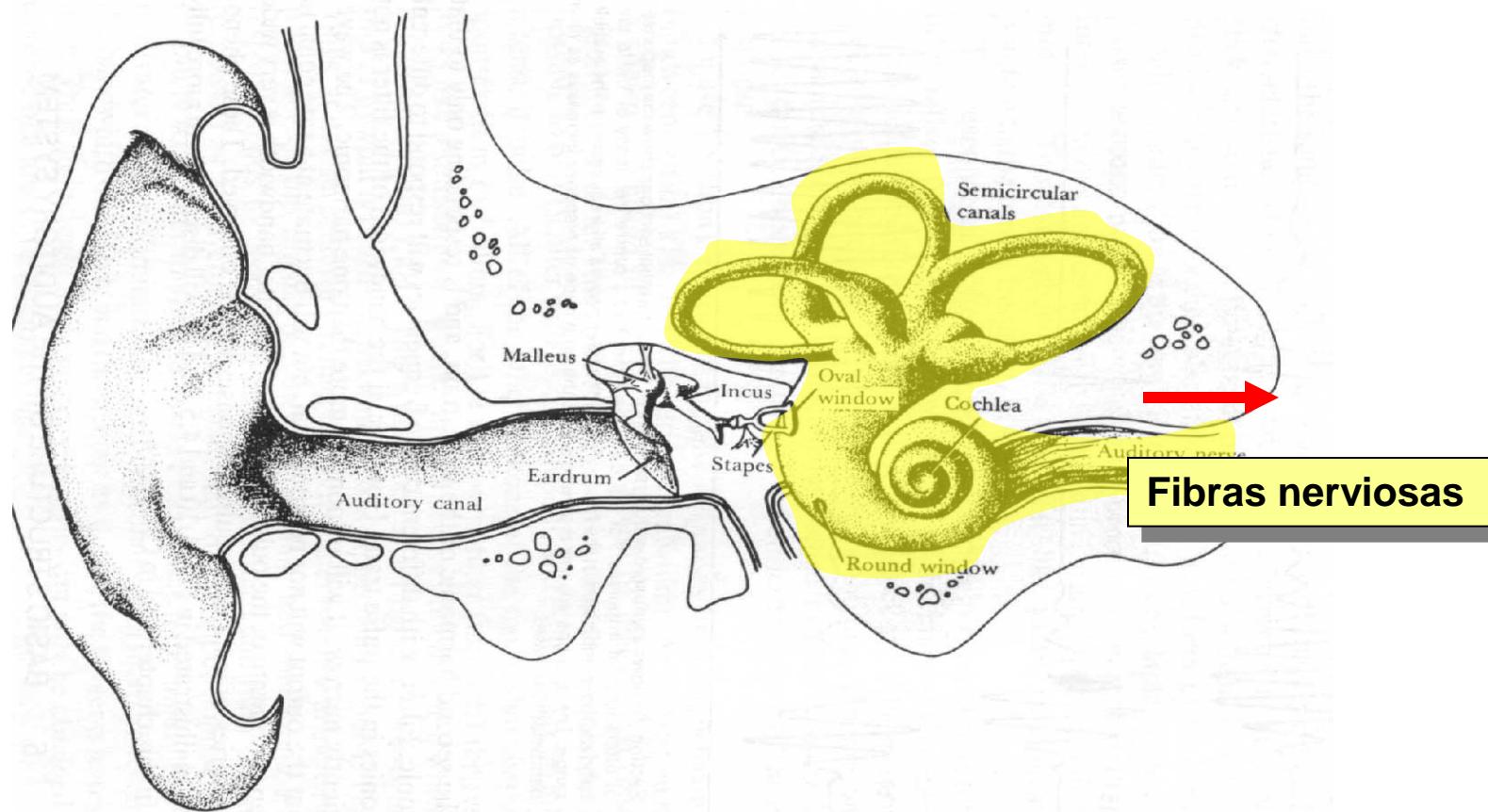
# Psicoacústica: la base científica

---

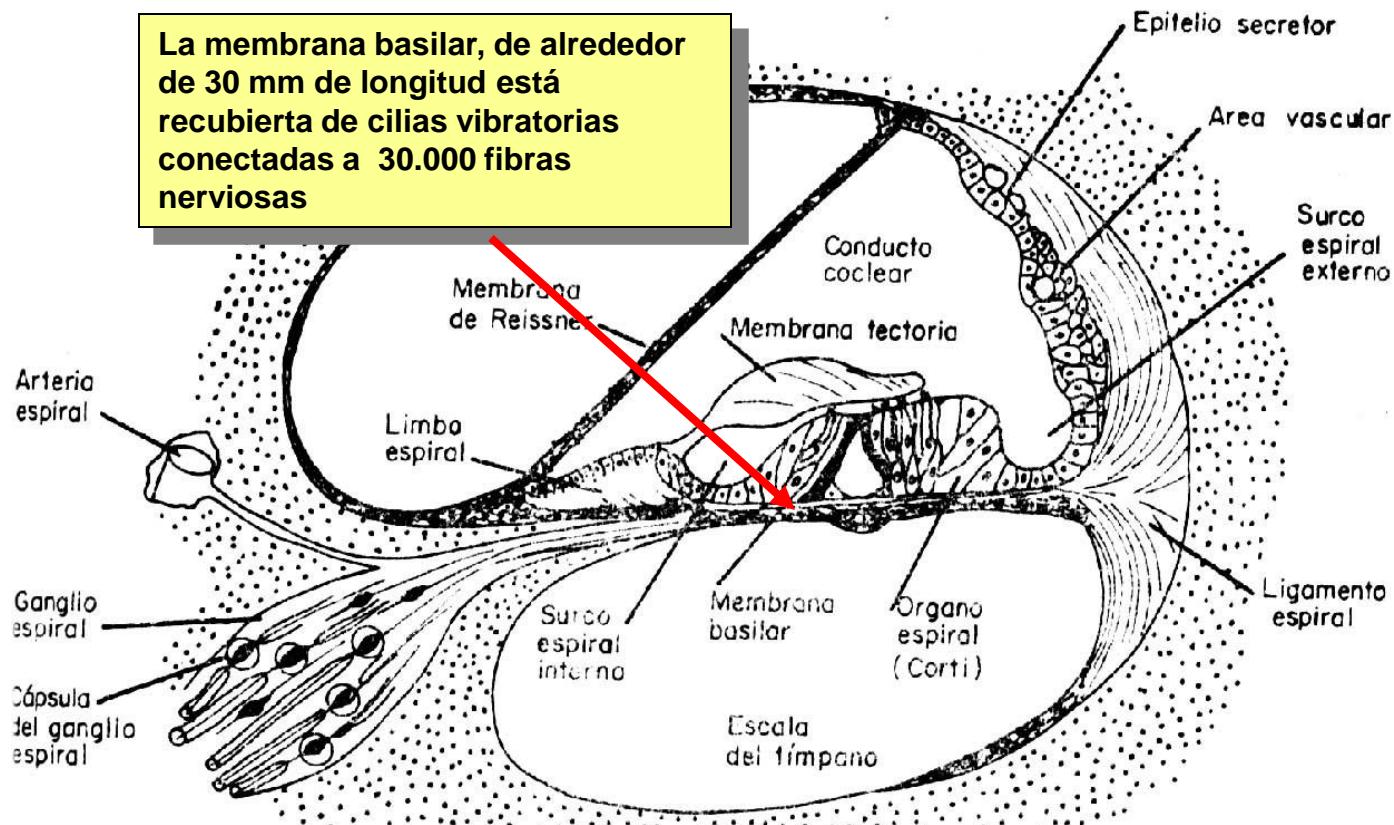
- Desde hace muchos años que los investigadores de Solidyne estudian el campo de la Psicoacústica. Esta ciencia analiza la forma en que el cerebro humano interpreta los impulsos nerviosos provenientes del oído



# Los procesos psicoacústicos se inician en el oído interno, en particular en la membrana basilar

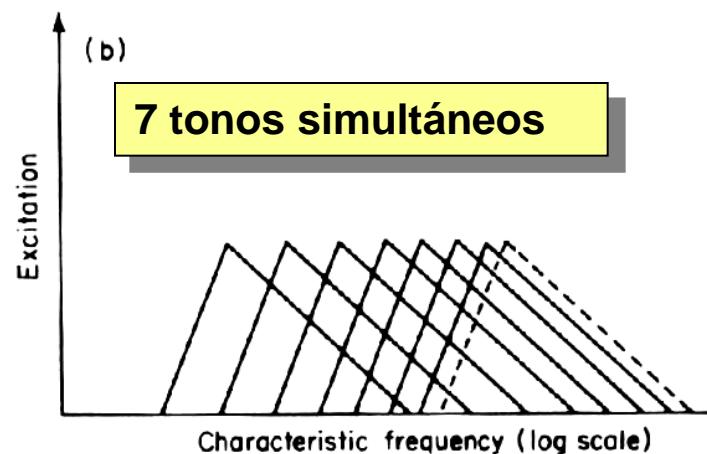
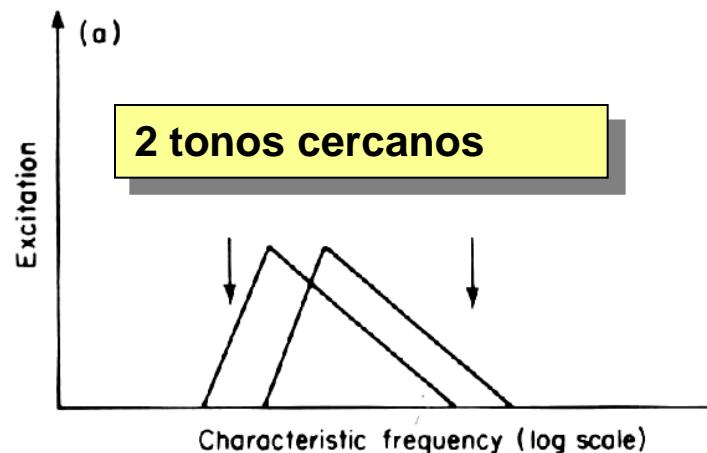


# Dentro del oído interno se encuentra la Cóclea y la membrana basilar



## Las ondas estacionarias dentro de la Cóclea excitan las cillas de la membrana basilar activando las fibras nerviosas de cada frecuencia

- La excitación tiene una forma trapezoidal y activa una zona específica de la membrana
- A cada frecuencia le corresponde una zona

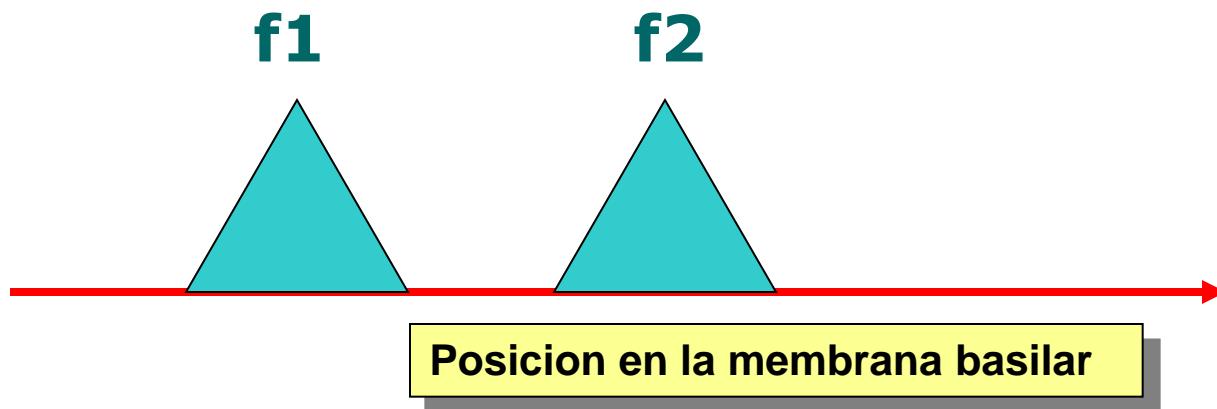


---

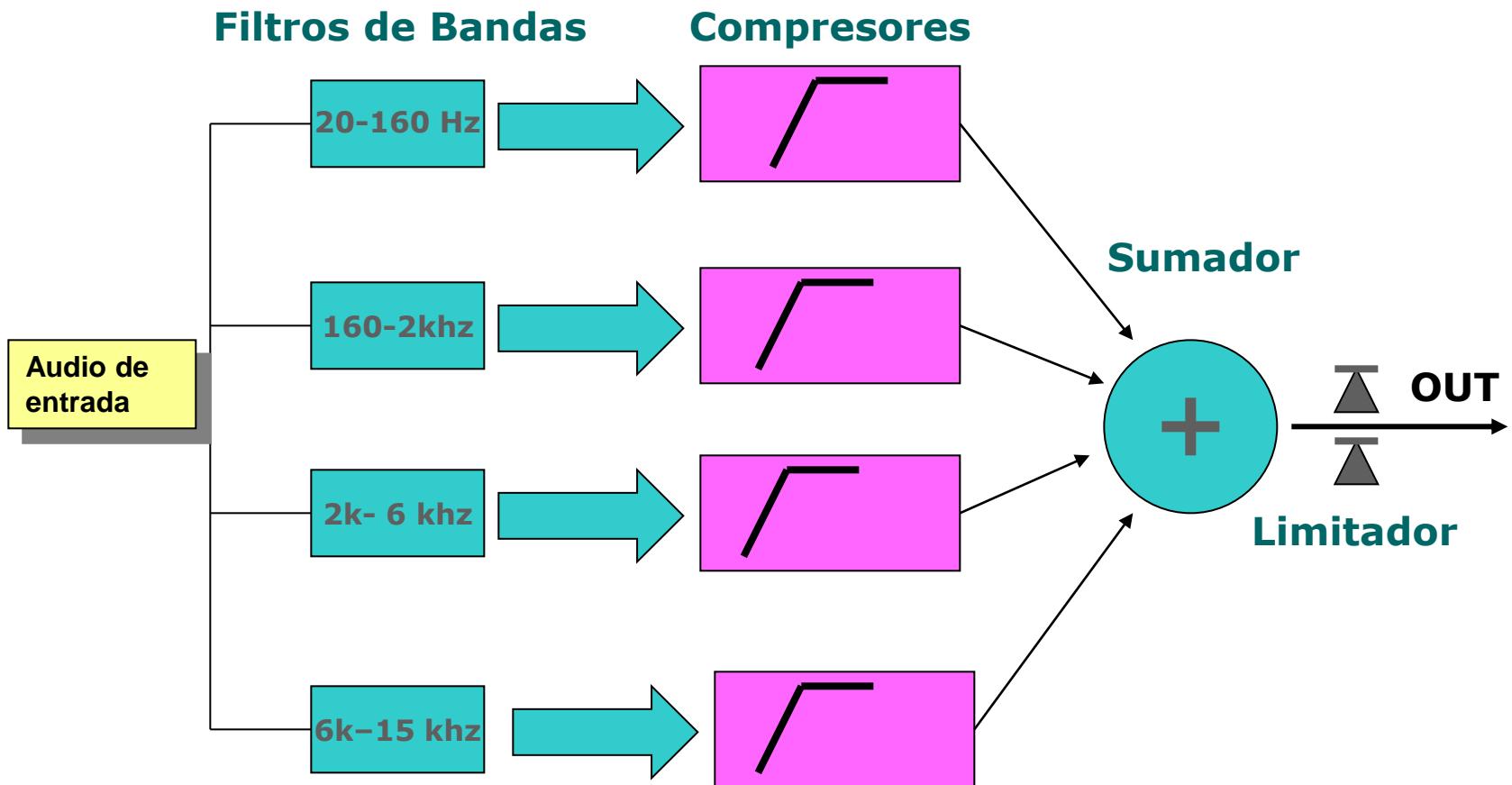
**Para obtener una sensación de fuerza sonora y un sonido sólido, es necesario excitar la mayor parte de la membrana basilar**

**La música y la palabra solamente excitan determinadas porciones de la membrana**

**pues concentran su energía en una o dos bandas**



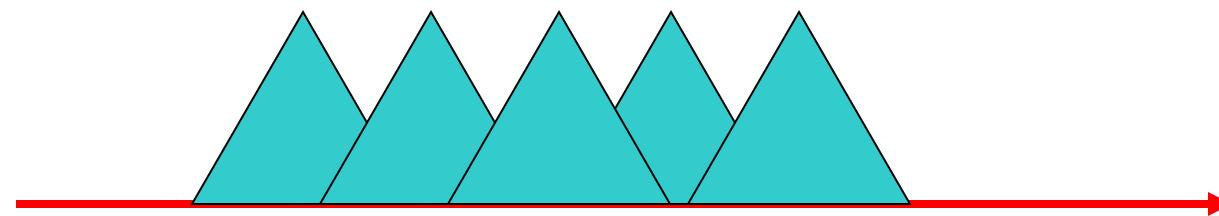
# Que hace un procesador digital multibanda ?



## **La acción de los compresores eleva al mismo nivel la energía de todas las bandas**

---

**Esto produce mayor excitación en la membrana basilar**

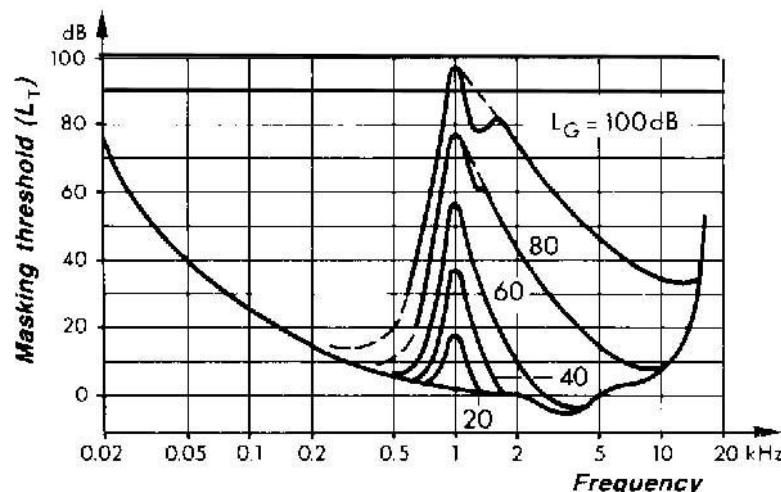
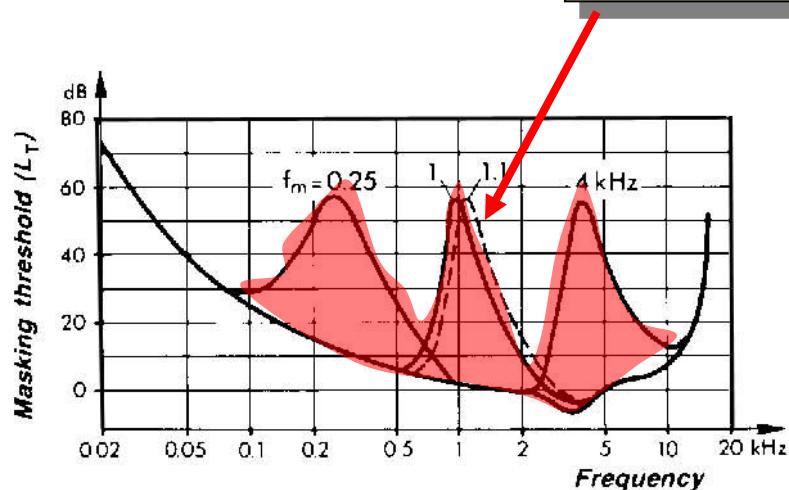


**Posicion en la membrana basilar**

## Enmascaramiento de 3 tonos

- El enmascaramiento se define como la elevación del umbral de audición debido a la presencia de uno o más tonos enmascarantes
- El procesado multibanda excita la membrana basilar en muchas bandas aumentando el enmascaramiento y permitiendo que se usen mayores dosis de limitación de picos, sin ser audible.
- Puede verse en el APENDICE de esta presentación, una ampliación de estos conceptos

Zonas de sonido inaudible debido al enmascaramiento de los 3 tonos



# Los procesadores de audio mejoran la calidad de sonido

---

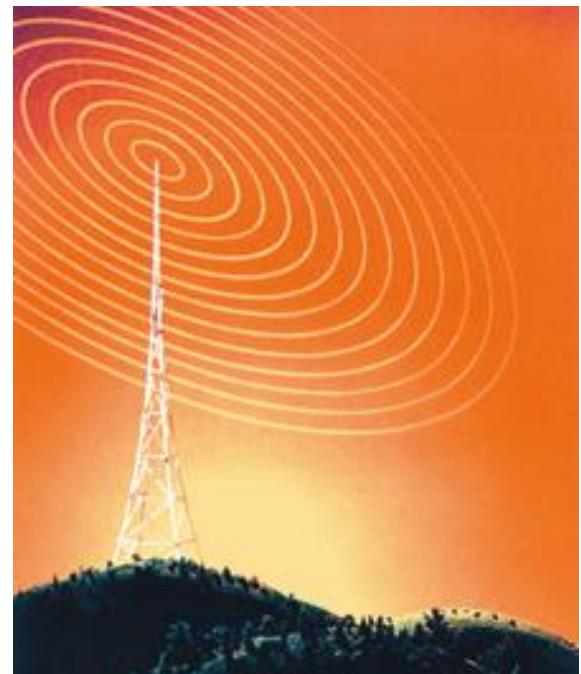
- Los procesadores que Solidyne fabrica están sustentados en la preferencia de oyentes altamente calificados y en miles de horas de *pruebas en el aire*



# El procesado de audio **aumenta el alcance** de una radio

---

- El procesado digital aumenta la energía de las señales de audio, sin superar el 100% de modulación.
- Aumenta entre un 50 % y un 80 % el área cubierta en AM y FM\*
- Veremos en el APENDICE una demostración de este efecto, así como algunos conceptos extraídos del Journal of the Audio Engineering Society (USA), Junio de 1976 ( O.Bonello, New Improvements in... JAES vol 24) y del más reciente trabajo en JAES, March 2007





## Volvamos al mundo real...

---

- Veamos los procesadores que hacen posible concretar estas ideas

# Solidyne 562 DSP Evolution

Digital Signal Processing

---

- El 562 DSP es un procesador de 5 bandas, tope de línea.
- Creado para quienes quieren tener el mejor sonido del mercado internacional
- A un precio que su radio puede pagar...

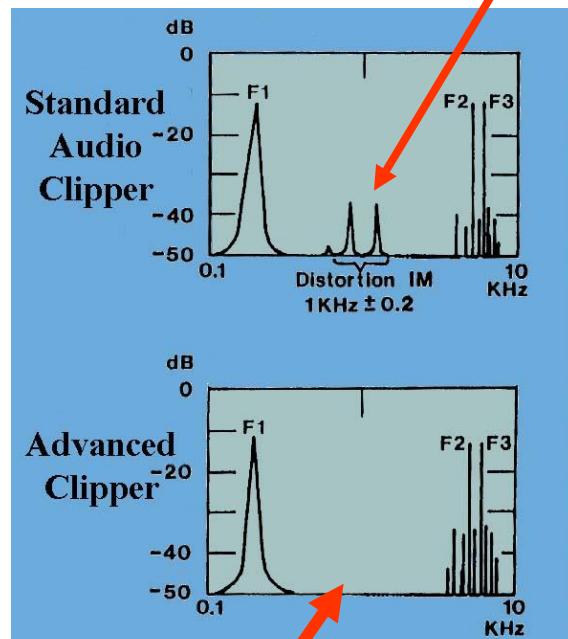


# Solidyne 562 DSP

## Digital Signal Processing

- 10 procesadores dentro del 562 DSP con memoria para 30 ajustes preset de procesado
- Opción para entradas/salidas digitales AES-3 y codificador interno RDS
- El único procesador digital DSP del mercado que tiene el brillo del sonido digital y la suave tersura en medios y graves, del sonido analógico
- Permite conexión directa a Internet o red local usando el modelo IP con salida TCP/IP

Otros procesadores crean intermodulación, que hace áspero el sonido



Los procesadores Solidyne cancelan la Intermodulación !

# Solidyne 562 DSP

Digital Signal Processing

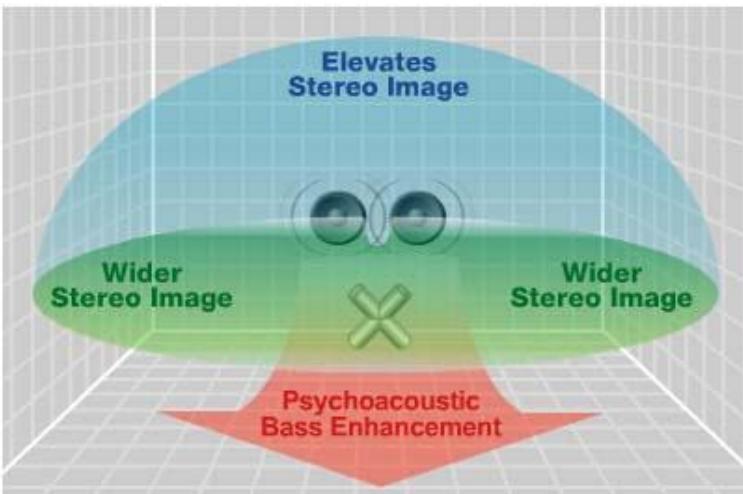


- Aumenta el alcance de su emisora
- Le permite obtener un sonido espectacular en el aire  
(le recomendamos escuchar el demo de audio en Internet)

*El 562 DSP es el único sistema digital del mercado que tiene la calidad de audio de los equipos high end para audiófilos...*

# El 562dsp es el único del mundo que le ofrece el sonido de SRS WOW

---



Escuche un Demo en nuestra WEB

En 2006 hemos obtenido la licencia de SRS Labs de California, USA, para incorporar su tecnología de Efectos Especiales a nuestro procesador digital .

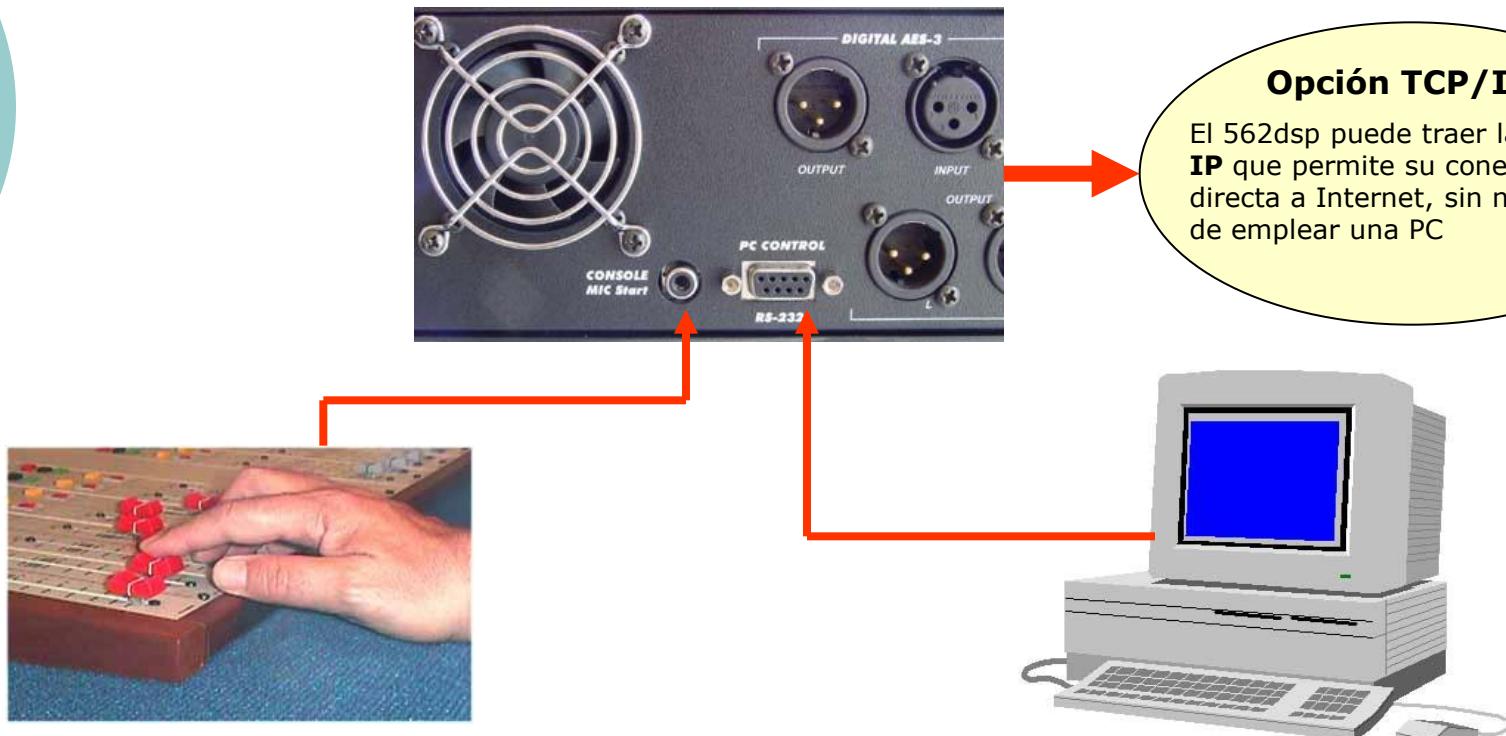
SRS Labs es Líder mundial en sonidos especiales, envolventes y con espectaculares graves para la industria del cine de Hollywood

Con el 562dsp su radio sonará como *La Guerra de las Galaxias* !



# Solidyne 562dsp y 462dsp

Digital Signal Processing



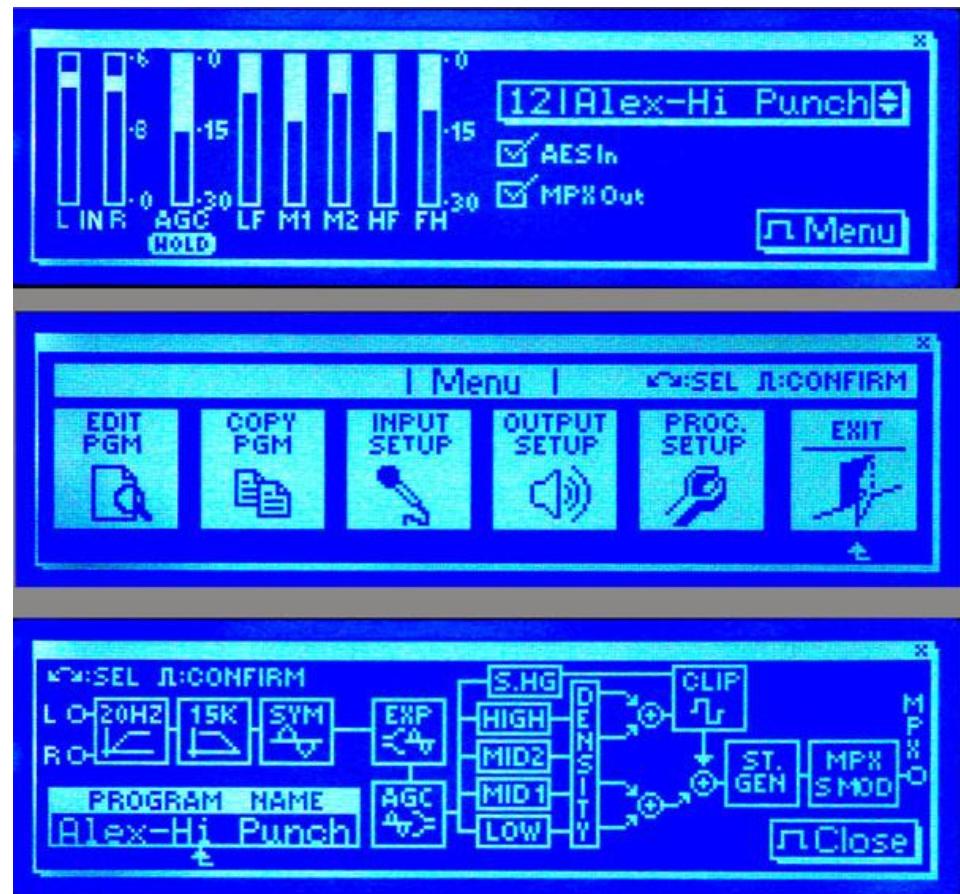
Al abrir los atenuadores de MIC de la consola, el procesador se conecta a un programa especial para la voz humana. Ningún otro equipo le permite optimizar las voces de sus locutores de esta manera

Es totalmente manejado desde la PC.  
Incluso desde Internet !  
Esto permite que el software de automatización  
Cambie el procesado para adaptarlo  
a diferentes estilos musicales.  
Memoria para 30 ajustes diferentes

# Solidyne 562 DSP

Digital Signal Processing

- El ajuste es muy sencillo basado en pantallas con gráficos y diagramas en bloques.
- Viene con programas preajustados de fábrica para salir al aire en pocos segundos.
- Luego, Ud podrá personalizar el sonido de su radio para que sea único frente a su competencia...



# El 562dsp también es controlado desde una PC

Conectando una PC por puerto serie o con adaptador USB, es posible crear programas y modificarlos desde una PC empleando el software *Rack Virtual* que se entrega con cada 562dsp

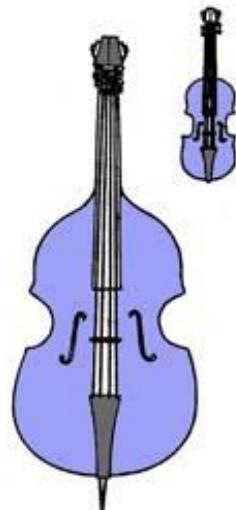
Este exclusivo sistema de Solidyne genera en su pantalla un rack de procesadores de audio virtuales, para simplificar el manejo del 562dsp. De esta manera se crean los ajustes que luego el software de aire conecta en forma automática, para que cada tema musical tenga su propio procesado

**Únicamente Solidyne le ofrece este poderoso sistema**



# Solidyne 562 DSP

Digital Signal Processing



*La creación de un procesador de audio de excelencia está basada en la forma en que el oído escucha los sonidos...*

*Fabricar procesadores es como fabricar violines*

*Aún no tenemos 200 años de experiencia ... pero somos la fábrica de procesadores de audio para Radio AM & FM más antigua del mundo, investigando y fabricando equipos desde 1968*

# Solidyne 562 DSP

Digital Signal Processing

Diez  
procesadores  
dentro del  
562 DSP



- **1- Filtro Subsónico**
- **2- Expansor Lineal**
- **3- AGC de banda ancha gatillado**
- **4- Simetrizado de Picos**
- **5- Compresión de 5 bandas**
- **6- Fast Clipper multibanda**
- **7- Ecualizador de audio por densidad**
- **8- SRS WOW Efectos Especiales**
- **9- Stereo Coder con oversampling 16x**
- **10- MPX Processing (Supermodulación)**

# Orion 462dsp Digital

---

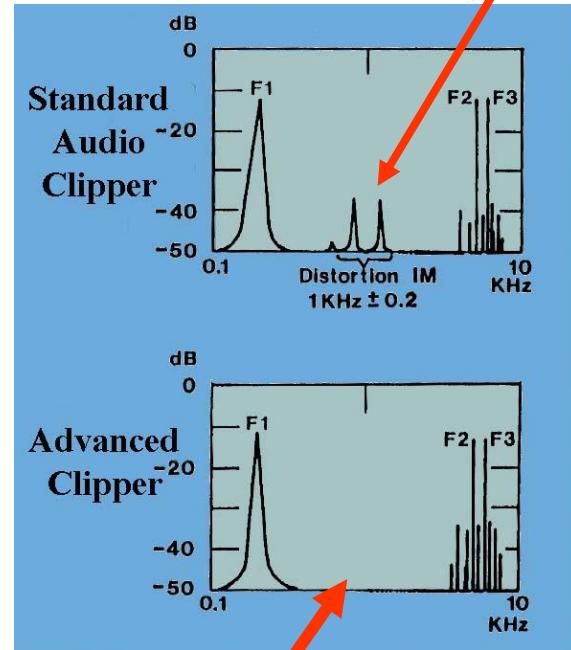
- Control remoto desde PC
- Modelos de AM y FM con generador estéreo
- 4 Bandas con filtros digitales de 24 dB/octava
- Expansor de audio para eliminar ruidos



# Orion 462dsp Digital

- Compresor de audio gatillado, tipo AGC
- Cancelador de Asimetría para aumentar la potencia de la voz humana
- Recortador de picos con cancelación de distorsión de IM

Otros procesadores crean intermodulación, que hace áspero el sonido



Los procesadores Solidyne cancelan la Intermodulación !

# Orion 462dsp Digital

---

- Entrada / Salida Digital AES 3 en opción
- Ecualizador de 4 bandas
- Filtro sub-sónico de 20 Hz y pasabajos de 7,5 y 5 khz en AM y de 15 khz en FM.
- Soft de Control Remoto desde PC por RS-232, manejable por USB
- 30 programas diferentes de procesado, 20 son preajustados de fábrica

# Orion 462dsp Digital

El control Remoto 462dsp permite seleccionar uno de los 30 programas desde la pantalla de la PC.

También permite programarlo para cambiar el procesado, en forma automática, a diferentes horas del día.



# Orion 462dsp Digital

- Generador Estéreo Digital
- Distorsión: **0,003 %**
- **> 95 dBA** de rango dinámico
- **75 dB** de separación de canales

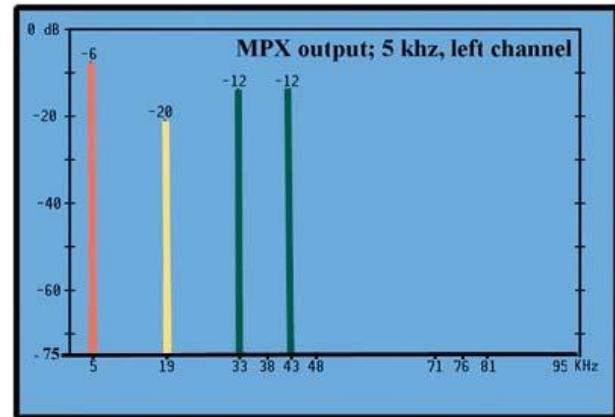


Imagen tomada de un analizador de espectro Tektronix 5L4 N



Ningún otro procesador le brinda este nivel de calidad en la señal MPX

# Orion 462dsp Digital

---

- Cuidada construcción interna con componentes de calidad profesional
- Integrados montados en zócalos y SMD
- Elegante presentación con panel 3D en fundición de aluminio





# Procesadores de Audio de bajo costo

---

Para emisoras de FM de Baja  
Potencia y Comunitarias

## AudiMax 362: el sonido analógico high end

---

- Para los que disponen de un presupuesto más modesto y no quieren resignar calidad, la serie 362 de 3 bandas incorpora **7 procesadores** más un generador estéreo digital dentro de un sólo gabinete
- Tiene controles simples de usar para personalizar el sonido de su radio
- No requiere de un técnico para su ajuste, pues sus controles son a prueba de errores !



## AudiMax 362: el sonido analógico high end

---

- El 362 tiene ajuste automático de nivel de entrada. Se adapta a cualquier modelo de consola profesional Y a cualquier operador (aún los más novatos...) pues se auto-nivela para lograr siempre el 100 % de modulación



# AudiMax 362: el sonido analógico high end

---

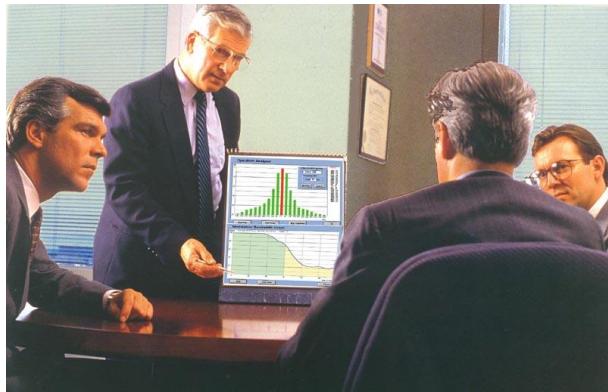


- El 362 brinda el clásico sonido del procesado analógico de alta tecnología. Ese sonido suave y aterciopelado que ... mejor escuche el demo y así nos creerá !



# Cómo reconocer la calidad de un procesador digital de audio ?

---



**Los procesadores de audio deben tener más de 90 dB de rango dinámico y menos del 0,02 % de distorsión...**

**Pero esto es sólo el principio**



- 
- **Los procesadores de audio son como los violines y los micrófonos: no hay especificación técnica que pueda definirlos...**
  - **Le damos entonces tres consejos:**



# 1

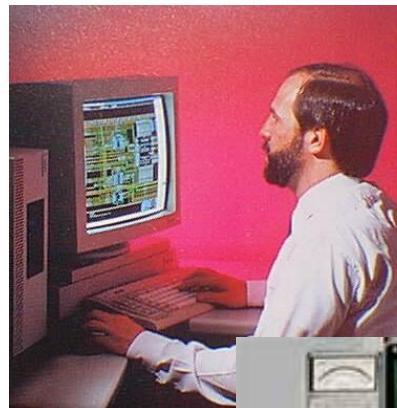
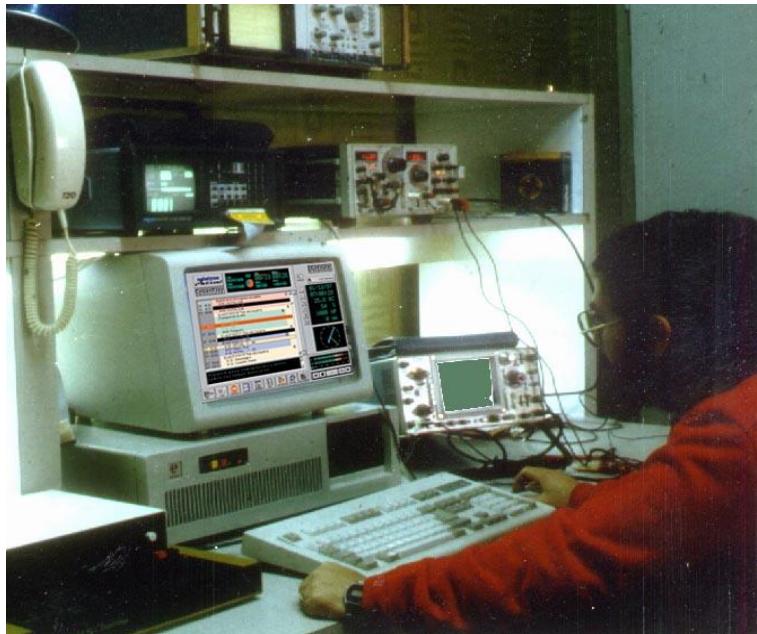
**Tenga en cuenta el prestigio y los trabajos publicados de la firma que le ofrece el equipo**

---

- Quien no publica es porque no investiga.
- Quien no investiga solamente puede ofrecerle malas copias de las tecnologías originales

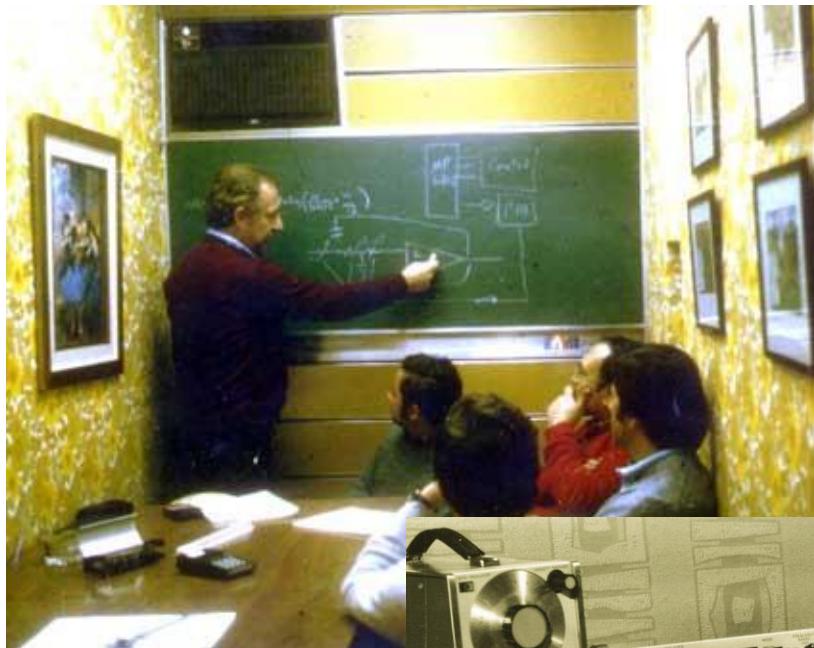
**Desde hace casi 40 años nuestros ingenieros están creando productos de alta innovación.  
Hoy tenemos 11 patentes de Invención**

---



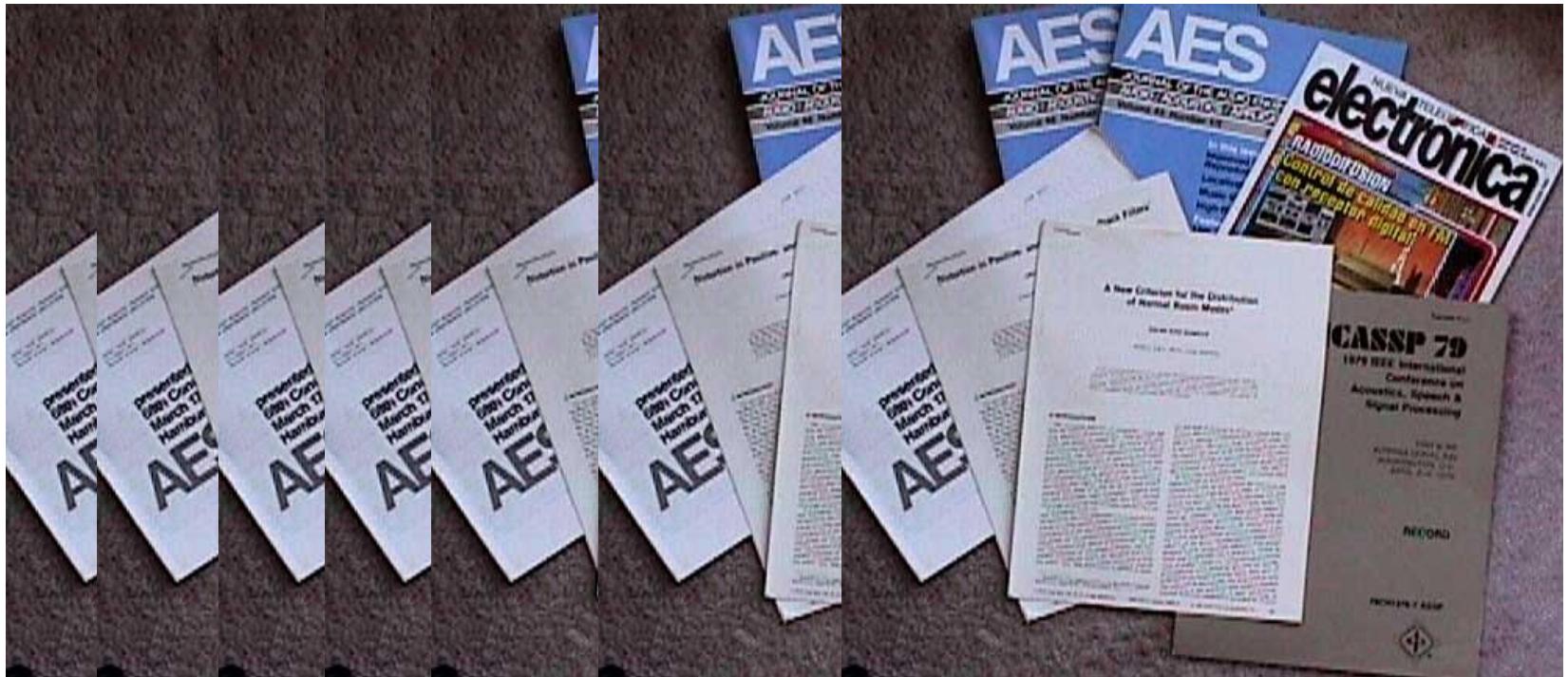
## Nuestros laboratorios han desarrollado productos que son vendidos en 45 países

---



## Más de 150 publicaciones técnicas y científicas son el resultado de nuestra labor

---



## **2 Cuantos años hace que esa firma fabrica procesadores ?**

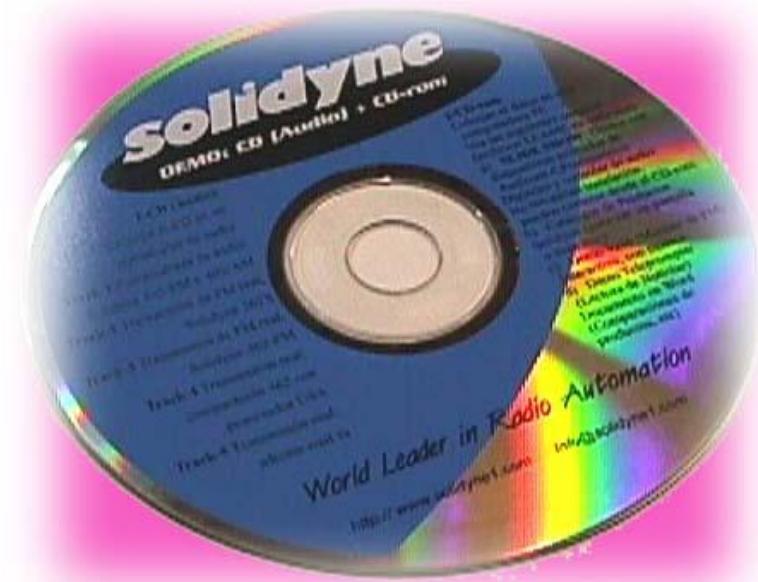
---

- En Solidyne fabricamos las primeras unidades hace 40 años ...
  
- Hay más de 3.500 unidades vendidas y vamos por la octava generación

# 3

**Finalmente, igual que un violín, jamás compre un procesador sin escucharlo en el aire...**

- Solidyne entrega una grabación digital de los procesadores, grabados desde el aire en una transmisión real



También puede obtener en Internet una versión MP3 en:  
[www.SolidynePRO.com](http://www.SolidynePRO.com)

# Un Demo de Audio para convencerlo ...

---

- Solicite gratis su CD Demo para escuchar la calidad de sonido inigualable de los procesadores Solidyne
- Compare el sonido de este CD con estaciones de Radio equipadas con procesadores que valen mucho más que los nuestros.
- No lo va a poder creer !



# Procesadores de Audio

---

- Gracias por su tiempo...
- Por favor, muestre este demo a otros miembros de la Radio; cuanto más sepan de los sistemas de procesado de alta tecnología, más escuchada por la audiencia será su radio...
- Si Ud quiere profundizar el tema acerca de cómo el procesado también aumenta el alcance en FM, puede ver a continuación el Apéndice siguiente, cuyo contenido está dirigido a ingenieros.

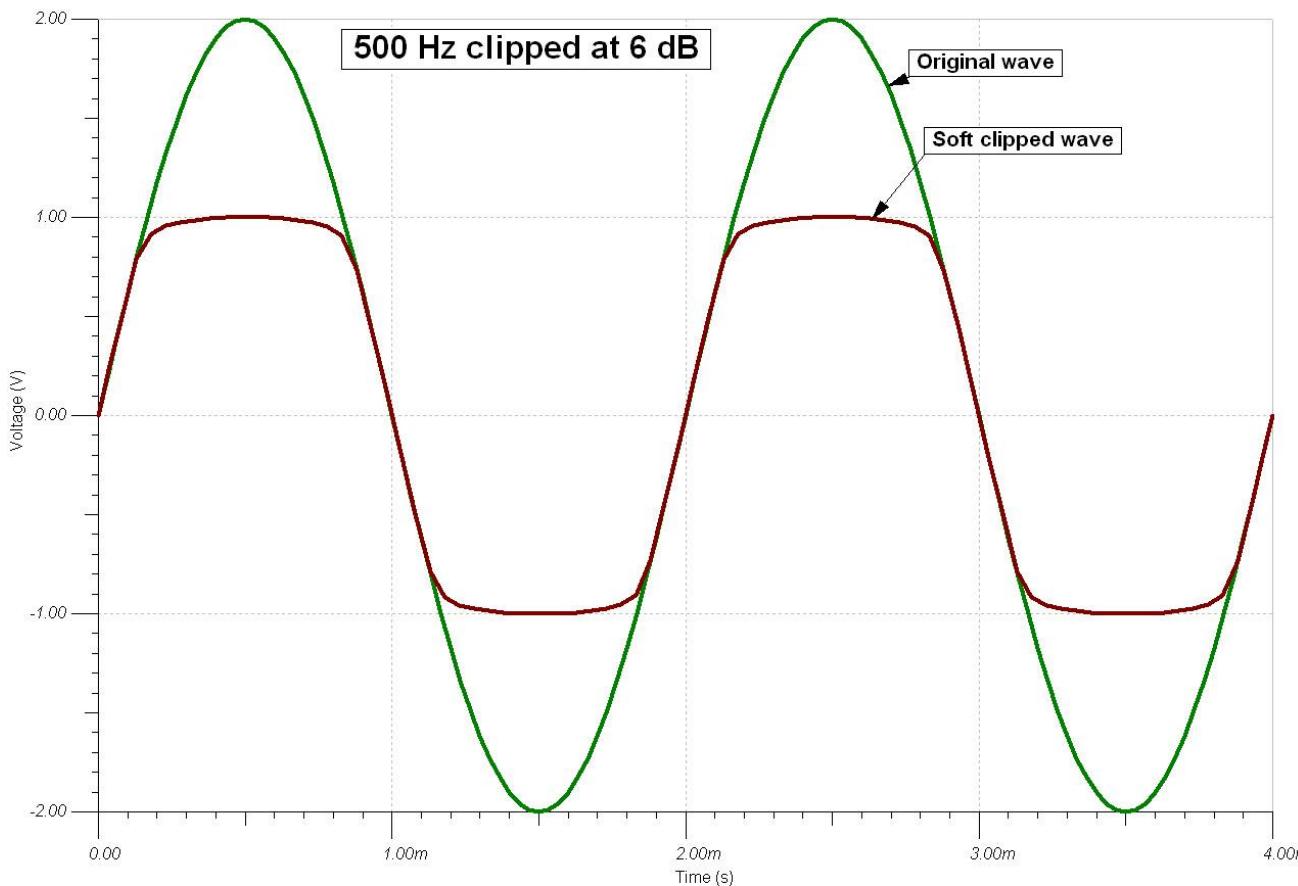
# APENDICE

---

- Analizaremos primero el efecto de un recortador de audio y de cómo puede eliminarse la distorsión que el mismo genera, mediante un uso inteligente del enmascaramiento
- A continuación se analizará el incremento de la potencia transmitida, debida al procesado de audio, en AM
- Finalmente investigaremos el controvertido tema del aumento del alcance de FM estéreo debido al procesado de audio

# Recortador de audio (clipper)

- Analicemos un caso concreto de un recortador suave de 6 dB

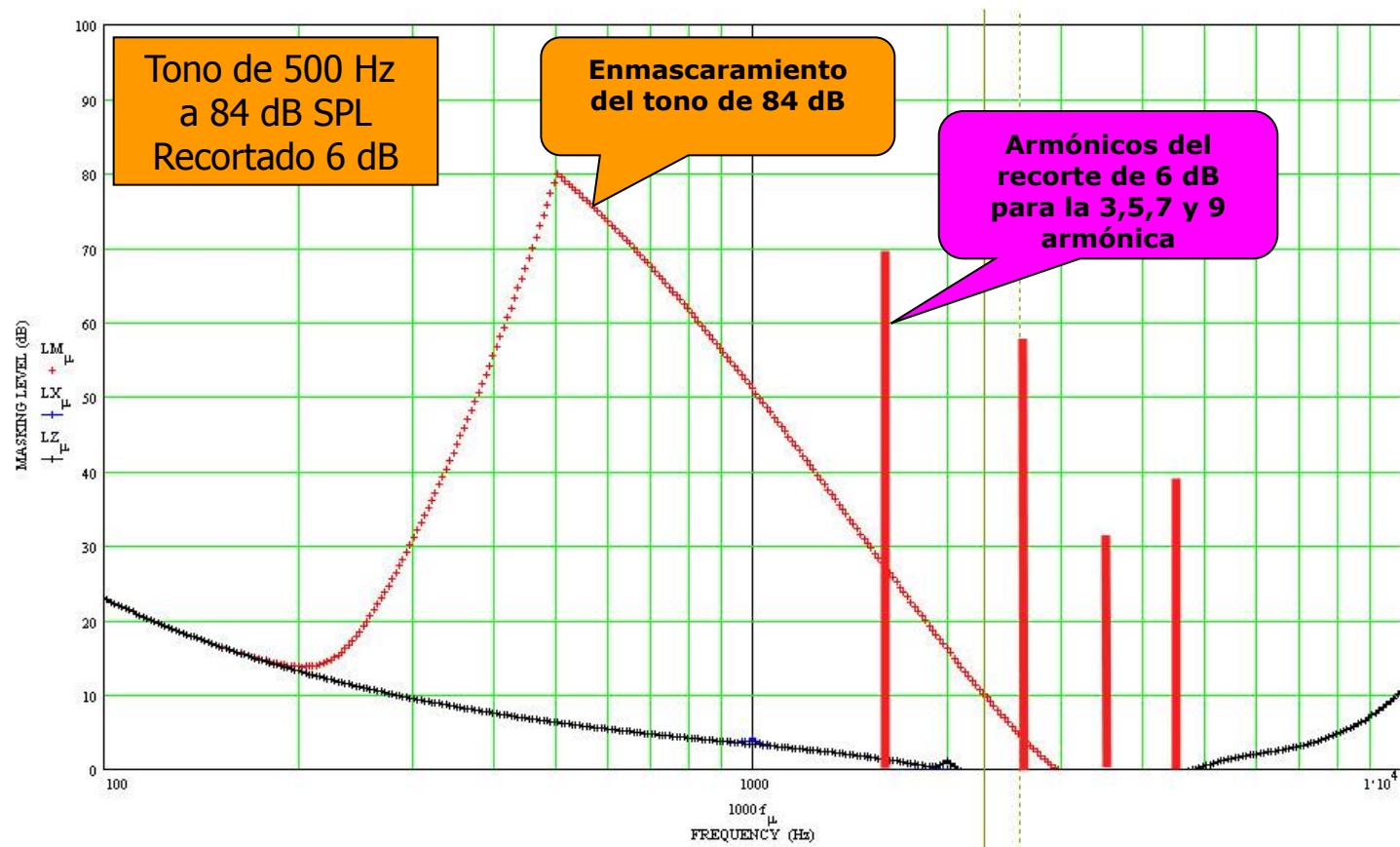


## Efectos audibles del recortador

---

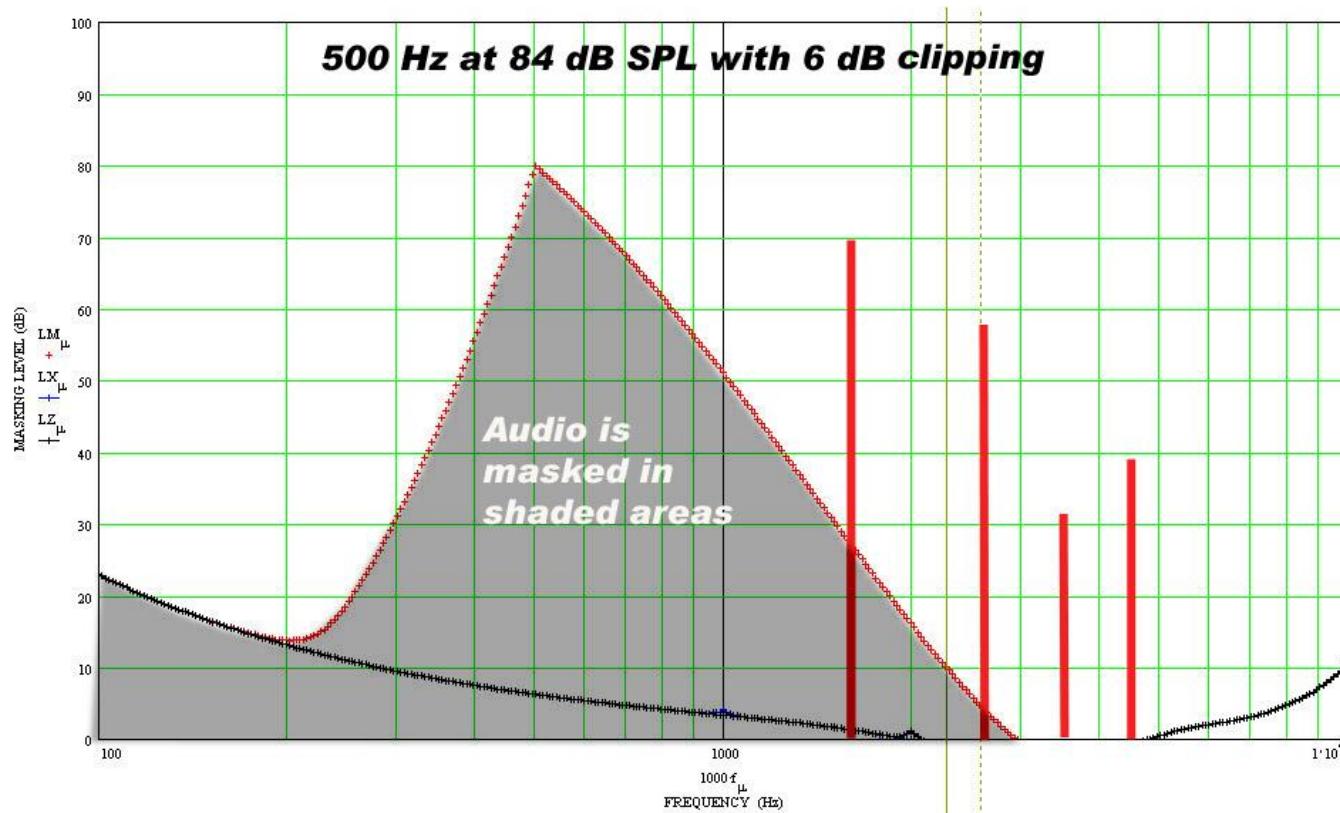
- El uso de recortadores aumenta considerablemente la potencia transmitida. Pero qué pasa con la distorsión ?
- Realizaremos un análisis de la audibilidad de la distorsión, teniendo en cuenta, como siempre lo hacemos, el enmascaramiento que el tono produce
- Para graficarlo usaremos las ecuaciones de cálculo de enmascaramiento propuestas por Terhardt et al, JASA, Vol 71, pag 679, March 82
- Usaremos un tono de 84 dB SPL recortado 6 dB. Llevaremos a un mismo gráfico el enmascaramiento y la distorsión producida

# Efectos audibles del recortador



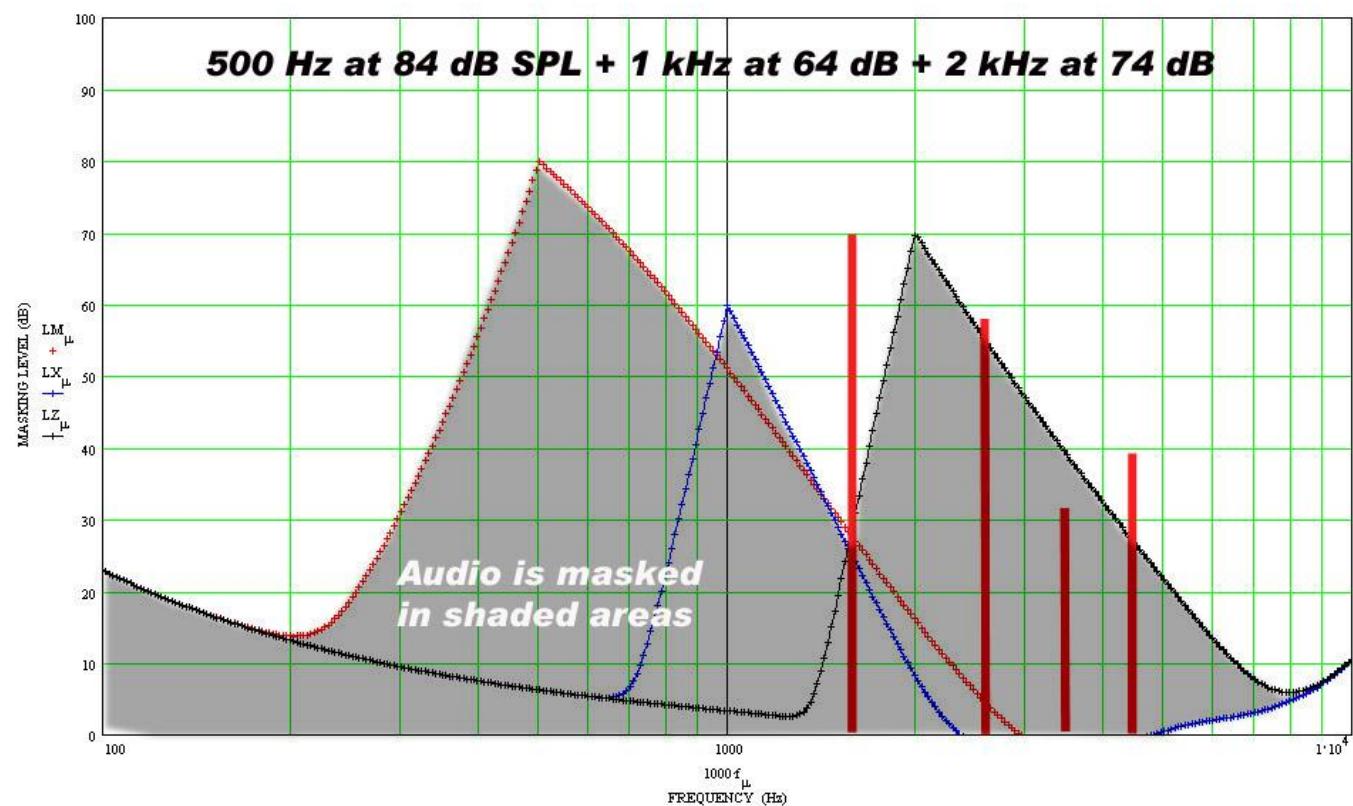
# Efectos audibles del recortador

Para ver mejor el resultado, se han sombreado las zonas en que el sonido no es percibido por el oído  
Se observa que toda la distorsión es percibida



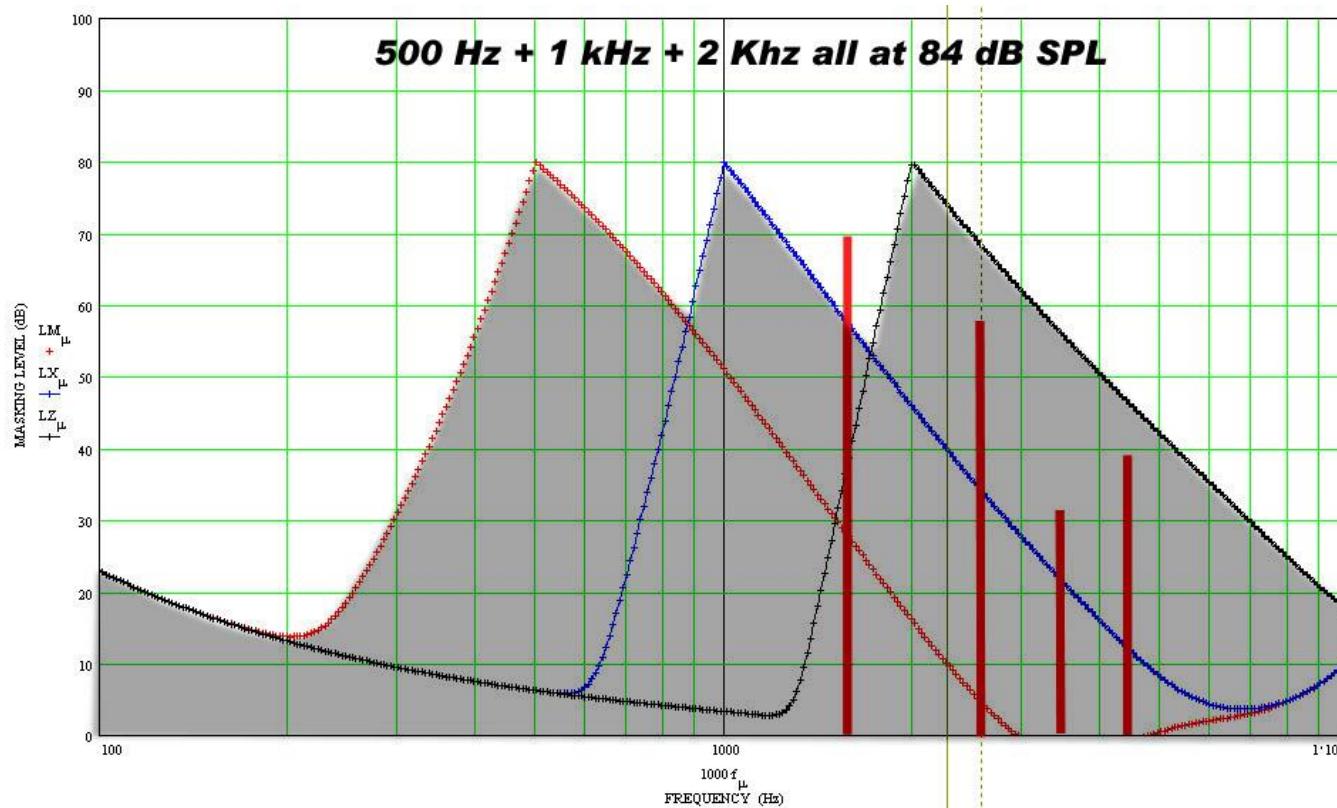
# Efectos audibles del recortador

Al procesar el audio se agregan otras bandas presentes en la música, aunque con menor intensidad (64 dB SPL en 1 kHz y 74 dB en 2 kHz)  
La 5 y 7 armónica se han dejado de escuchar



# Efectos audibles del recortador

**Si se aumenta el procesado multibanda, llegan las 3 bandas a lograr el mismo nivel de 84 dB, eliminando casi la distorsión percibida, que es sólo de tercera armónica, de bajo grado de molestia**



# El alcance en radios de AM

---

- El alcance es función de la potencia de la radio
- Pero en rigor estamos hablando de la **potencia en las bandas laterales**, que son las que transportan la información
- Este concepto es muy claro en las radios de AM, veamos un análisis detallado

# Modulación en AM

---

- Una portadora de amplitud E y frecuencia  $f_c$ , modulada por una onda senoidal de frecuencia  $f_m$  y amplitud  $m$ , puede expresarse por:

$$e(t) = E \cdot \sin \omega_c t + \frac{E \cdot m}{2} \cdot \sin(\omega_c + \omega_m)t + \frac{E \cdot m}{2} \cdot \sin(\omega_c - \omega_m)t$$

- Siendo **m** el factor de modulación que puede variar desde cero a uno, se deduce de la EQ anterior que el valor de la potencia de audio transmitida a través de las bandas laterales es:
  - $P_{lat} = \frac{1}{2} P_0 \cdot m^2$
  - Siendo  $P_0$  la potencia de la portadora sin modular
  - Por lo tanto es evidente que todo aumento en el promedio de  $m$  (debido al procesado de audio) implicará un aumento correlativo de la potencia transmitida en bandas laterales

# El alcance en radios de AM

---

- Un estudio concluyente para AM, que es también aplicable a FM, fue publicado en el Journal of the Audio Engineering Society (USA), Junio de 1976  
(O.Bonello, New Improvements in... JAES vol 24)
- El objeto del trabajo es correlacionar la verdadera potencia de la portadora modulada de una transmisión de AM debida al procesado de audio.
- Una versión depurada del presente trabajo, que extiende la teoría de AM a las transmisiones de FM estéreo, ha sido publicado en el Journal de la Audio Engineering Society, March 2007

# Simetrizado de picos

---

- El primer tema analizado fue el de la simetría de picos. Las señales de audio provenientes de la voz humana tienen fuertes asimetrías en sus picos, debido a la forma en que trabaja el conjunto de las cuerdas vocales y las cavidades de resonancia de la boca
- La asimetría reduce la modulación promedio pues un pico positivo del 120 % reduce la ganancia de los compresores y hace que los negativos siguientes **nunca alcancen el 100%**
- En cambio, si los picos fueran todos iguales en ambas polaridades, esto permitiría aumentar la modulación promedio. Esto es lo que hace el simetrizador

# Simetrizado de picos

---

- El primer simetrizador fue debido a Leonard Kahnn en USA, en la década de 1960, pero su método de corrección era secreto y jamás ofreció pruebas de su funcionamiento. Hacia la fecha de publicación del artículo de O.Bonello, el método había caído en descrédito y había dejado de ser usado en AM (en FM nunca se intentó siquiera el uso)
- La publicación de O.Bonello explicando los principios del simetrizado, y brindando el concepto de *rotación logarítmica de fase*, llevó a una nueva generación de tecnologías correctoras que podían usarse en AM y FM
- Muy corto tiempo después de la publicación del artículo en JAES, la nueva tecnología (conocida como Kahnn-Bonello) integra casi todos los procesadores de alta calidad de FM , fabricados hoy en el mundo. La emplean Orban, Omnia, Aphex, etc
- Veamos como la rotación de fase simetriza los picos

# Simetrizado de picos

Figura tomada de O.Bonello, JAES June 1976

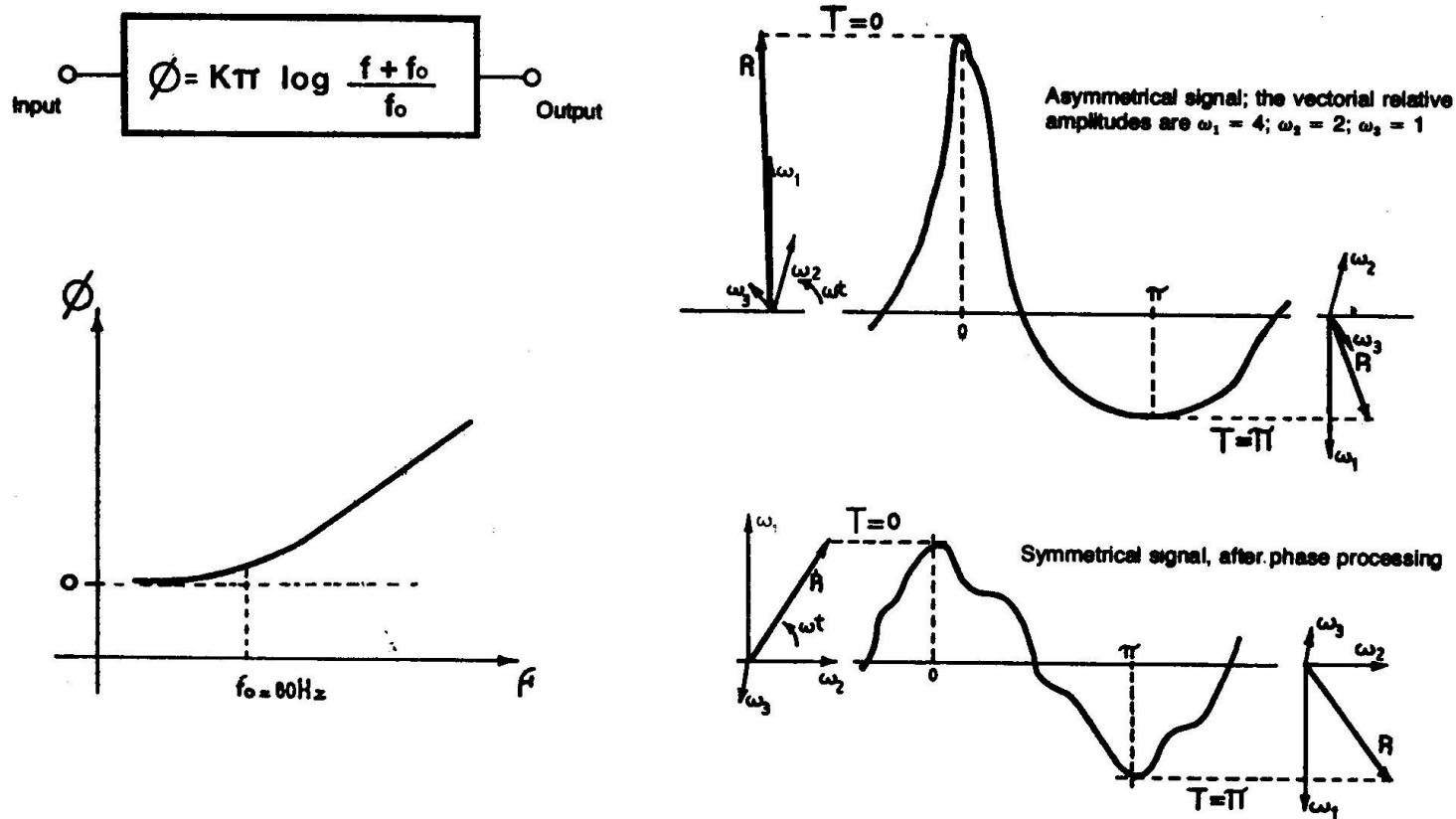
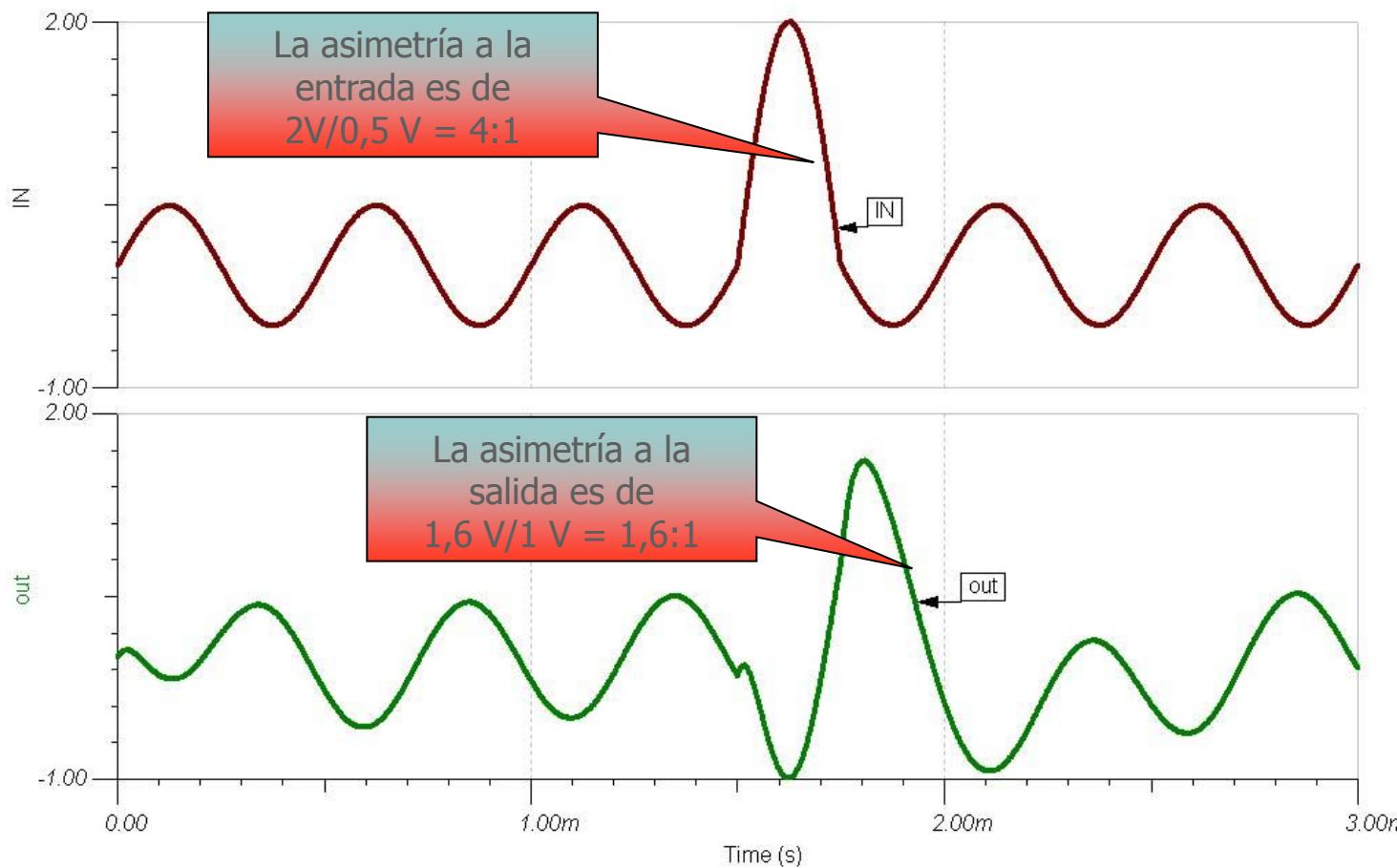


Fig. 2. Vector diagrams of asymmetrical signal before and after passing through phase networks.

# Simetrizado de picos

Veamos un ejemplo real con una señal asimétrica

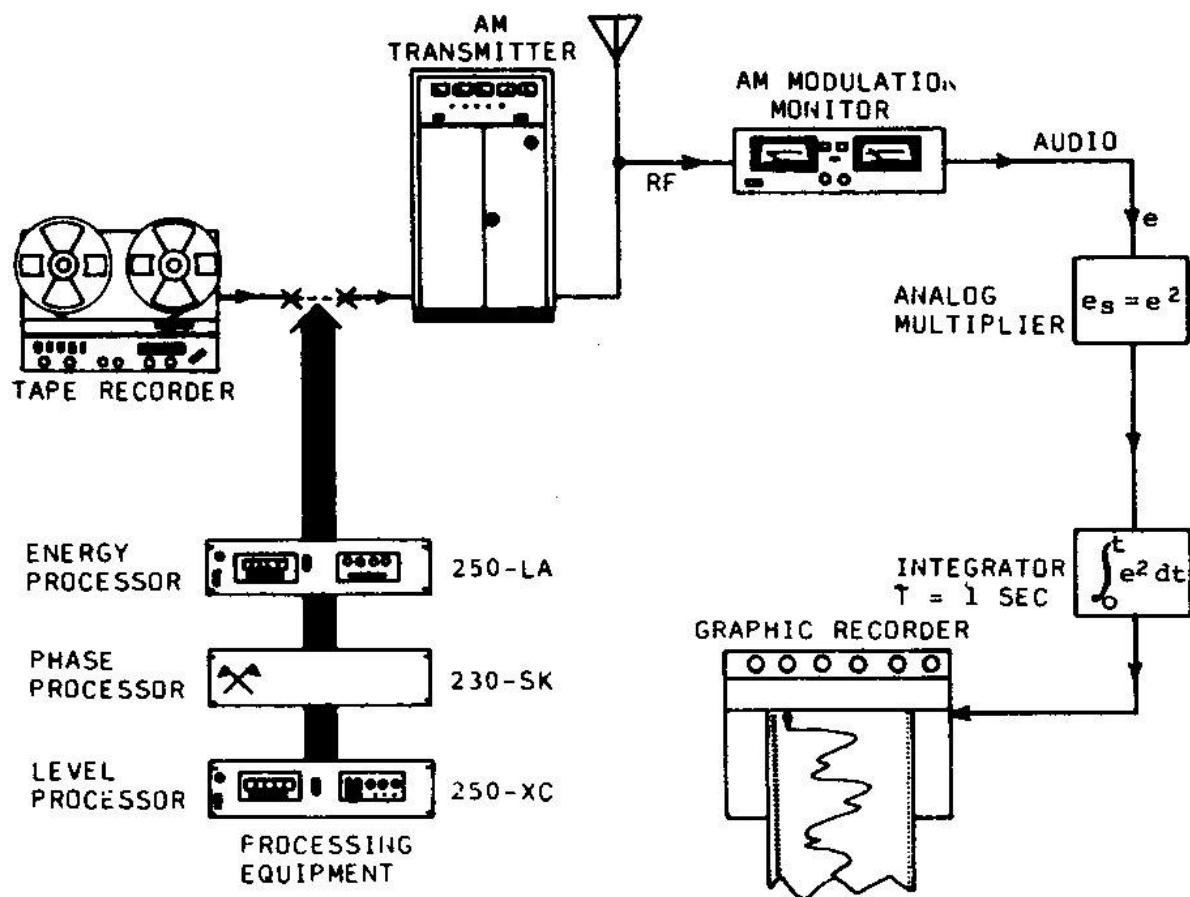
**La señal de arriba es la entrada en donde tenemos medio ciclo que alcanza a 2 V de pico. Abajo tenemos la salida del simetrizador en donde la señal alcanza solamente 1,5 V de pico y -1 V en su parte inferior**



## Análisis de la potencia irradiada

Figura tomada de O.Bonello, JAES June 1976

Esquema de la conexión entre equipos y de la técnica de medición usada para medir la potencia real irradiada usando diversas etapas de procesado.



## Análisis de la potencia irradiada

Figura tomada de O.Bonello, JAES June 1976

En la gráfica superior se ve la potencia integrada (energía) de un programa normal de radio sin procesar de 3 minutos. El valor total es de 2,26 KW

En "b" es el mismo procesado con un compresor de audio

En "c" hemos agregado un simetrizador de picos previo al mismo compresor anterior

Finalmente en "d" vemos el resultado de un procesado total como el que brinda un procesador digital.

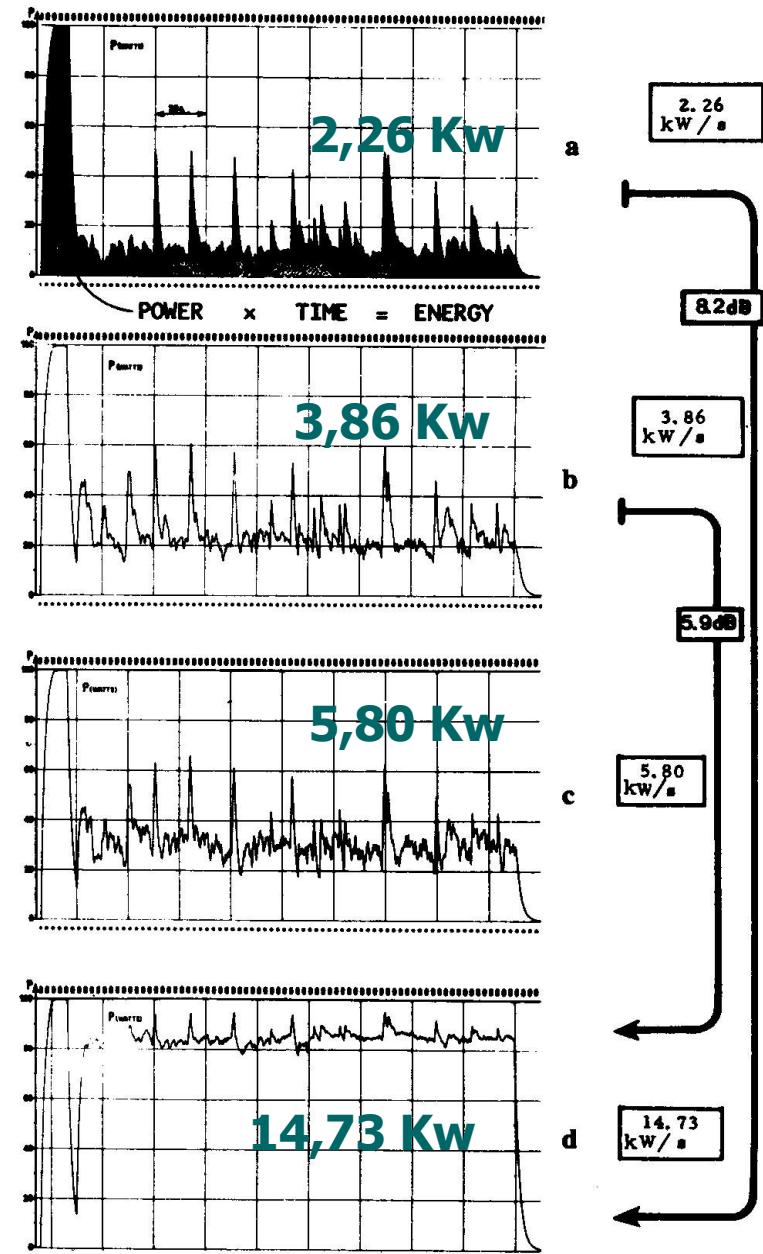


Fig. 6. Radiated energy diagrams. a. Normal program (speech and music). b. Conventional audio compressor. c. Phase processing before conventional compressor. d. Full processing.

## Cómo se aplican a FM estos conceptos?

---

- En el caso de FM, hay un hecho que induce a confusión. Y es que la amplitud de la señal modulada es siempre constante. Por lo tanto la potencia irradiada por la antena también es constante.
  
- Sin embargo la potencia que produce información no es la de la portadora, sino la de las **bandas laterales**

## Cómo se aplican a FM estos conceptos?

---

- Sabemos que una señal de FM obedece a la siguiente ecuación:

$$e(t) = E_c \operatorname{sen}(\omega_c t + \frac{k \cdot \Delta f}{f_m} \operatorname{sen} 2\pi f_m t)$$

- Siendo  $E_c$  la amplitud de la portadora,  $f_m$  es la frecuencia de modulación. El valor  $k$ , entre cero y uno, es el coeficiente de modulación en frecuencia que depende del Procesador de Audio.

A su vez se denomina índice de modulación **m** al valor dado por:

$$m = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{\text{Desviación de frecuencia}}{\text{Frecuencia de modulación}}$$

# Cómo se aplican a FM estos conceptos?

---

- Analizando matemáticamente la EQ anterior, podemos tener el espectro de una transmisión de FM, que es mucho más complejo que la de AM, pues está formado por un elevado número de bandas laterales. La resolución requiere el uso de las integrales de Bessel del primer tipo.
- Para nuestro estudio bastará con indicar que el nivel espectral de la portadora (que no es constante, como en el caso de AM), está dado por:

$$e_0(t) = E_c (J_0(k.m) \cdot \sin \omega_c t)$$

$e_0(t)$  es la portadora en función del tiempo

$E_c$  es el nivel de la portadora sin modulación,  $m$  = índice de modulación

$J_0$  = Función de Bessel de Tipo-I, orden cero para el valor  $k.m$

$k$  = factor de modulación (nivel de audio), entre 0 y 1 (depende del procesado de audio)

# Cómo se aplican a FM estos conceptos?

---

- El análisis se simplifica considerablemente teniendo en cuenta que por ser las funciones de Bessel ortogonales, la suma de sus cuadrados es igual a uno. Esto implica que la energía de las bandas laterales es absorbida de la energía de la portadora
- Por lo tanto no será necesario calcular una serie de miles de términos para evaluar la energía transmitida, pues nos bastará restarla de la portadora que depende de la función de Bessel de orden cero, es decir:

$$P_{lat} = P_c (1 - (J_0(k \cdot m))^2)$$

Siendo **P<sub>lat</sub>** la potencia en bandas laterales, **P<sub>c</sub>** la potencia de la portadora

**k**= factor de modulación (nivel de audio), entre 0 y 1 (depende del Procesador)

NOTA: k=1 para 100% de modulación, k=0 sin modulación (silencio)

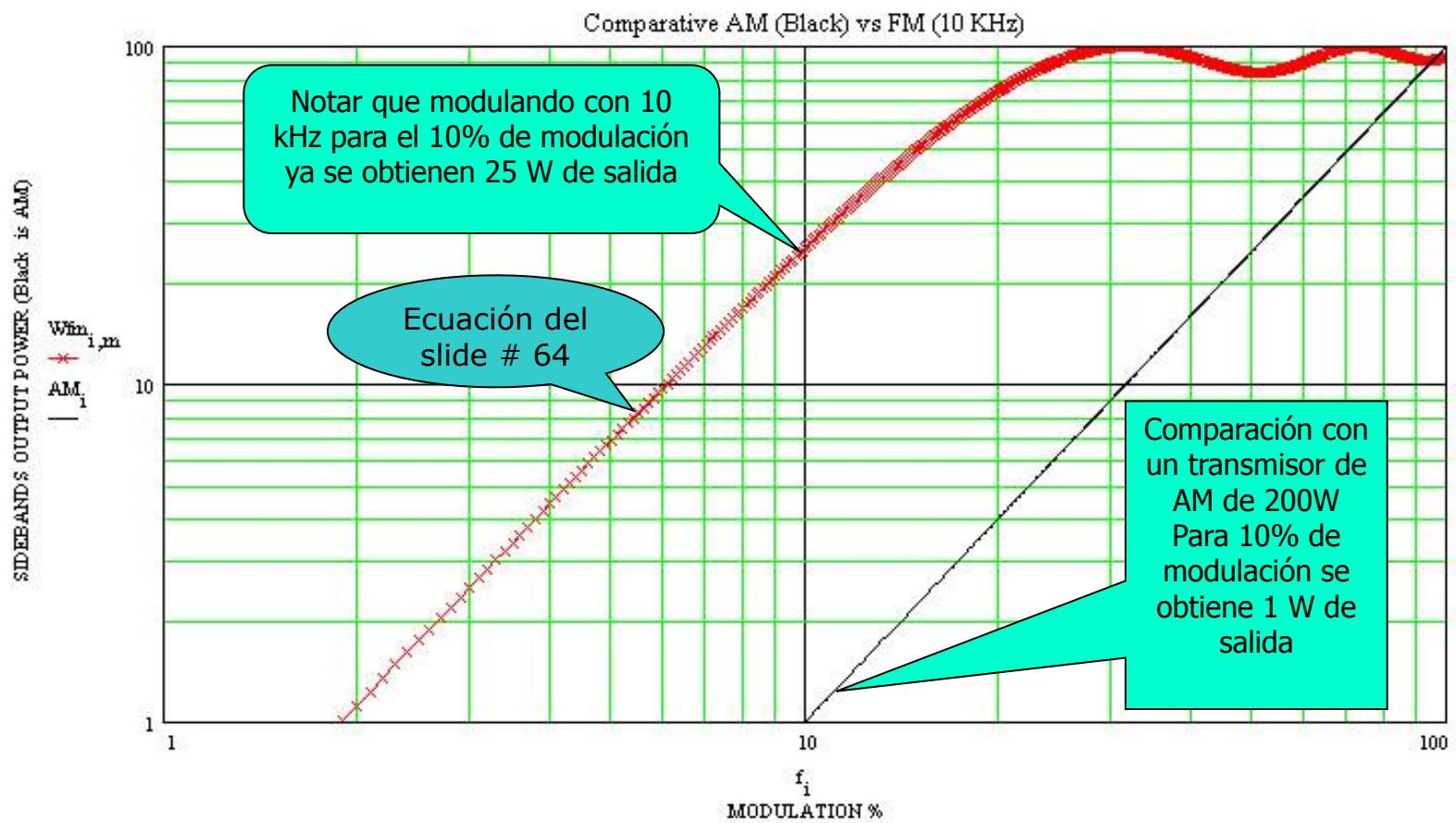
**m** = índice de modulación (depende de la frecuencia de la modulación)

## Cómo se aplican a FM estos conceptos?

---

- Una vez resuelto el problema del análisis, podemos darle a k valores de  $Ma/100$ , siendo Ma el porcentaje de modulación de cero a 100% (El 100% corresponde según las normas con una frecuencia de desviación de +/- 75 kHz)
- Supongamos que tenemos un transmisor de FM de 100 W, es decir:  $P_c = 100 \text{ W}$  y analizaremos en los siguientes gráficos la potencia transmitida para varias frecuencias de modulación

# Potencia transmitida en bandas laterales de FM (MONO)



# Potencia transmitida en bandas laterales de FM (MONO)

---

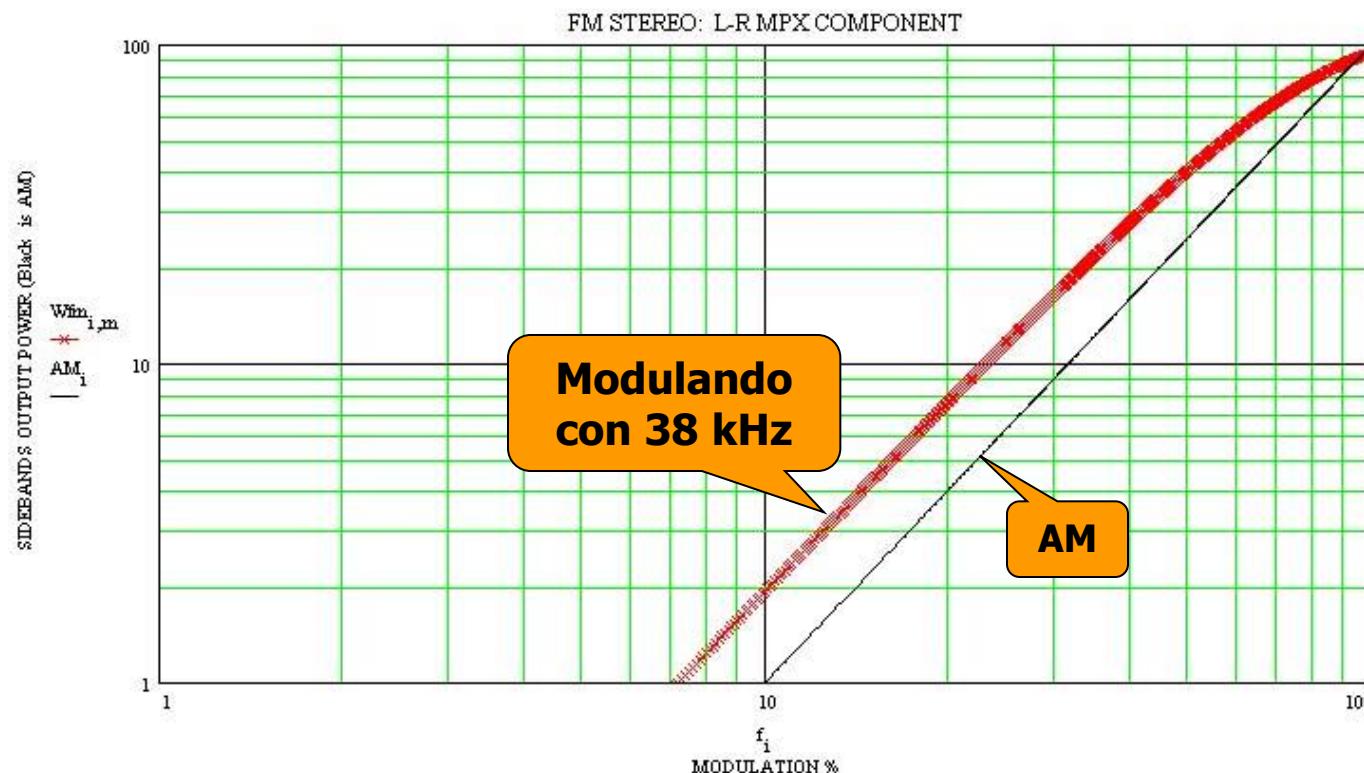
Puede verse en el gráfico anterior que en una transmisión MONO de FM, el incremento de la potencia transmitida en bandas laterales ocurre aún con bajos valores de modulación. El segmento de recta a la derecha de la curva compara a la transmisión de FM con la de AM y ambas se ven muy diferentes. En transmisiones de FM Mono la eficacia del procesado para mejorar el alcance es muy reducida.

Muy diferente es el caso de las transmisiones de FM Estéreo en las que existe una sub-portadora en 38 Khz cuyo debilitamiento introduce ruidos y distorsión en la recepción, determinando que el oyente abandone la sintonía de esa radio. Es decir que esto fija el alcance límite

**Vemos en la próxima diapositiva cómo se comporta la transmisión de una FM estéreo con respecto a 38 kHz. Puede verse que existe una notable semejanza con una transmisión de AM de 200 W**

# Potencia transmitida en bandas laterales de FM Estéreo

En estéreo, como se recordará, existe una sub-portadora de 38 kHz modulada en amplitud por L-R. Cuando esta componente de la modulación es afectada por la distancia, ingresa ruido al receptor imposibilitando la audición estéreo. De allí su importancia. Puede observarse que su comportamiento es muy similar al caso de una radio de AM, es decir que requiere niveles elevados de modulación para que la potencia transmitida sea elevada



# Potencia transmitida en bandas laterales de FM

---

A través de las figuras analizadas, puede deducirse que el efecto de aumento de potencia (y alcance de la transmisión) debida a la modulación es casi despreciable en transmisiones en MONO.

Si hablamos de Radiodifusión en FM estéreo, la aplicación más común hoy en día, vemos que el efecto del **incremento de potencia es muy notable** y comparable al de AM

Por lo tanto es perfectamente comprensible ahora que el aumento de modulación debida al procesado de audio, en FM estéreo, **aumente la potencia efectiva transmitida en bandas laterales en FM, aumentando también su alcance.**

## Aplicación de estos conceptos

---

- Los ingenieros de radiodifusión saben perfectamente que la teoría anterior se cumple. Sabemos que cuando un procesador es sacado del aire para mantenimiento, por ejemplo, la radio recibe inmediatamente quejas de los oyentes alejados (y de los anunciantes) porque la radio ya no se escucha bien
  
- Asimismo los ingenieros que calculan el alcance de una radio toman como campo límite para trazar el contorno de alcance un valor de 250 uV. Sin embargo para radios con procesado digital es común bajar este valor a 100 uV, lo que da un alcance mucho mayor.

## Aplicación de estos conceptos

---

- Pero lo anterior es parte de la práctica profesional y no el resultado de un estudio realizado científicamente y publicado internacionalmente
- Para tener una demostración muy clara del cumplimiento de las predicciones teóricas anteriores, recurriremos al trabajo publicado en el AES Journal, USA, Diciembre de 1985, de Torick-Keller sobre cobertura de radios en FM estéreo.
- El trabajo de medición fue realizado para comprobar las ventajas de la transmisión FMX en la que el audio es comprimido con un procesador para aumentar el Factor de Modulación  $k$ , logrando  $k > 0,95$ . Esto exige luego un expansor en el receptor, razón por la cual la norma FMX nunca fue utilizada
- Con el procesado de audio normal no se logran valores tan altos de  $k$ , pero igualmente la experiencia de Torick – Keller es valiosa pues permite correlacionar las predicciones teóricas recién vistas

## Aplicación de estos conceptos

---

- Para la experiencia se empleó la transmisión de FM estéreo de WPKT Connecticut Radio, operando con 19 KW en 90.5 MHz, desde la localidad de Meridien en el Estado de Connecticut, USA
- Las mediciones fueron realizadas para mantener una relación S/R > 60 dB en todos los puntos del área de cobertura
- Se usó un receptor comercial de FM conectado a una antena dipolo a 3 m de altura
- Varios expertos del CBS Technological Center realizaron las mismas bajo condiciones muy controladas
- Veamos el mapa de alcance que obtuvieron para una señal estéreo normal y para una modulación muy elevada ( $K>0,95$ ) en la sub-portadora de 38 KHz

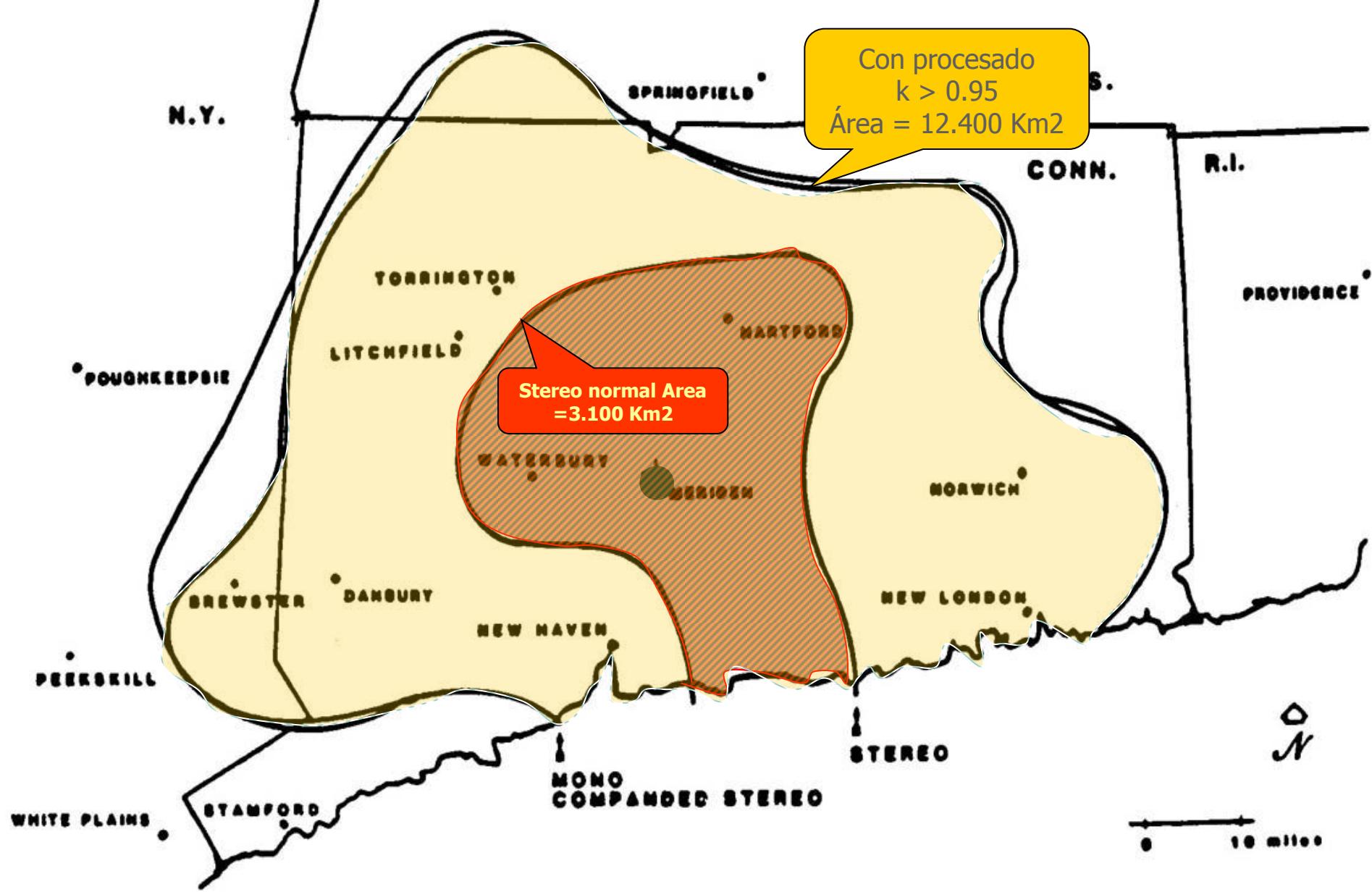


Fig. 11. 60-dB reception contours.

## Aplicación de estos conceptos

---

- Vemos que la teoría se cumple. El área de cobertura de la estación de FM se ha cuadruplicado para  $k>0,95$
- En el caso del procesado de audio multibanda, los valores alcanzados son menores debido a la necesidad de conservar una elevada calidad de audio
- Los valores normales obtenidos con el procesado de audio, sin perder calidad de sonido, son del orden del **50 % al 80 % de incremento del área de cobertura**

# Muchas gracias nuevamente ...

---

Si le interesa este tema, encontrará más información en el paper:

Multiband Audio Processing and Its Influence on the Coverage Area of FM Stereo Transmission,  
O.Bonello, Journal of the Audio Engineering Society, New York,  
March, 2007 ([www.aes.org](http://www.aes.org))

- Fin