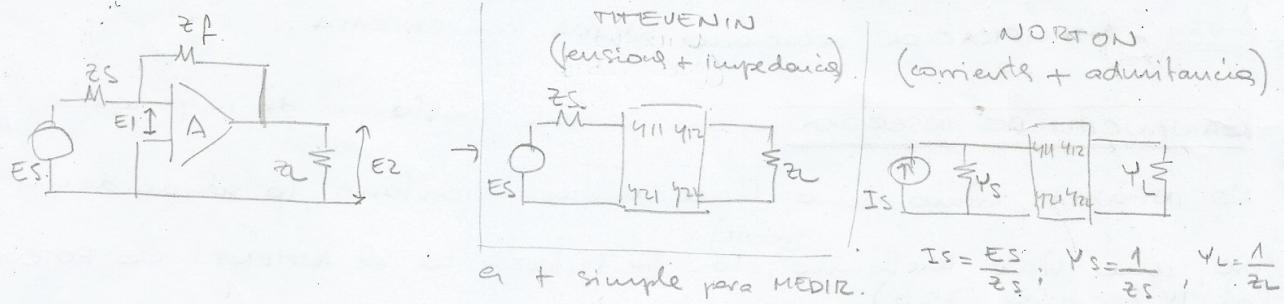


Mediciones en amplificadores

Introducción

de OLIVER-CAGE

- Funciones de un amplificador. 1) incrementar pot. disponible; 2) multiplicar tensión/comiente disponibles; 3) limitar tensión/comiente de carga; 4) proveer F. de T. prescrita (lineal o no); 5) proveer IMPEDANCIA deseada entre fuente y carga; 6) Reduzcar o alejar ruidos de modo común.
- Z aspectos → PARÁMETROS y CONDICIONES (teoría) (Raul)
- Ganancia de tensión, comiente, potencia (MAGNITUDES). Sensibilidad a VARIACIONES DE (Z_S) (fuente) y (Z_L) (carga) y AMBIENTE (realiz., diseño) ⇒ como se buscan que sean las IMPEDANCIAS en cada caso de ganancia.



- Ganancia Estacionaria (a f fija): técnica común a REDES ACTIVAS
 - PASIVAS, MÓDULO y FASE → ANALIZADOR DE REDES
- Reductores de modo común - concepto y medición general.

Mediciones en amplificadores.

- Tipos de amplifs → tensión, corriente, potencia, impedancia, conduct.
- Boyas bcs → TENSION (\rightarrow POTENCIA, audíofono Θ).
- RF → POTENCIA (longitudes de onda).

Amplificación y ganancia (termon/NE1)

- Amplificación y ganancia pueden ser tanto TENSIONES o POTENCIAS, y expresarse en DECIBELES.

- Amplificación (o ganancia) de TENSION, conveniente en AUDIO, lo que deben ser
 - ∞ o AMPLIFICACION relación SALIDA con ENTRADA.

- GANANCIA DE INSERTION → en general hablamos de impedancias

NO INFINITAS, como una linea de un micrófono, lo sólido de un
pre, una linea telefónica, etc. (600Ω) (75Ω) ~~se interesa al aumento de potencia~~

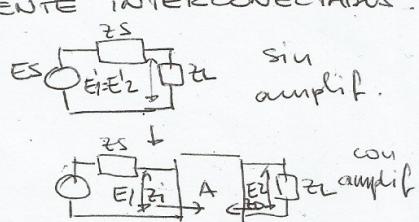
○ JE TENSION RESULTANTE DE INSERTAR EL AMPLIFICADOR. El amplificador tiene LIBERTAD p/ colocarse en DISTINTOS LUGARES DE LA CADENA (ej. TV cable).

"Relación de la potencia P_2 (o tensión E_2) entregada a la impedancia de carga de salida z_L con el amplificador insertado en el sistema, a la potencia P'_2 (o tensión E'_2) que se ENTREGARIA A LA CARGA si

el generador y la carga estuvieran DIRECTAMENTE INTERCONECTADOS".

$$GI_{pot} = \frac{P_2}{P'_2} = \frac{|E_2|^2}{|E'_2|^2}$$

$$GI_{tens.} = \frac{E_2}{E'_2}$$



La ganancia de inserción de un amplificador es función de las IMPEDANCIAS DE GENERADOR Y CARGA, así como DEL AMPLIFICADOR. PUEDE así NO CORRESPONDERSE con la ganancia nominal del amplif.

O SU MAXIMA GANANCIA. X LO TANTO SIEMPRE DEBE ESPECIFICARSE LAS IMPEDANCIAS UTILIZADAS!

(2)

EN CIERTAS CIRCUNSTANCIAS LA GANANCIA DE INsercion de tensión es IGUAL a la AMPLIFICACION de tensión (z grande, zs chico).

- Potencia disponible, ganancia de potencia disponible:

En general, tengo las siguientes variables involucradas:

Generador \rightarrow impedancia $[z_s = R_s + jX_s]$

Amplificador \rightarrow impedancias $[z_i]$ (entrada) y $[z_o]$ (salida)

Carga \rightarrow impedancia $[z_L]$.

Para casos especiales de estos valores, puedo definir:

1) Potencia DISPONIBLE DE ENTRADA \rightarrow potencia q' en la parte del generador a una carga adaptada p/ MAX TRANSF. DE POTENCIA.

$$\boxed{P_S = \frac{E_S^2}{4R_s}}$$

(Carga conjugada = $R_s - jX_s$).

↓
corriente en la parte x el generador $\frac{E_S}{2R_s}$ | tensión en
↓
carga $= \frac{E_S}{(2R_s)^2}$

\Rightarrow potencia en R_s de carga ($= R_s$) $= P_S = \frac{E_S^2}{4R_s} = E_S \cdot I_S$

2) Potencia DISPONIBLE DE SALIDA \rightarrow potencia q' en la parte del amplificador (MAXIMA)

a una carga z_L ADAPTADA p/ MAX TRANSPERENCIA ("P_o").

3) \Rightarrow SI UNO AMBOS CONCEPTOS (entrada y salida adaptada):

$$\Rightarrow \boxed{\text{GANANCIA DE POTENCIA DISPONIBLE}} = \boxed{\frac{P_o}{P_s}} \quad (\text{depende del AMPLIFICADOR})$$

Si BIEN REQUIERE adoptar fuente y carga, en realidad

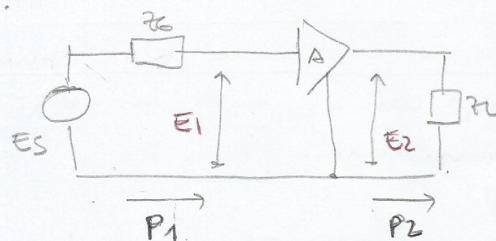
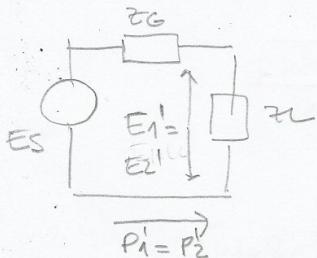
como PARÁMETRO NO DEPENDE de estas impedancias, ya que

SE DEFINE SOLO p/ EL VALOR ADAPTADO. (no tiene sentido p/ otros valores).

Otras ganancias (UE1):

- ganancia de OPERACION: ganancia CONCRETA q' el amplificador produce, depende del ampli y la carga, pero NO DE LA FUENTE.

(xq' ARRANCO DE ES, NO ES)



$$G_{op}(\text{pot}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$G_{op}(\text{pot}) = 20 \log \frac{V_2}{V_1}$$

- Ganancia de POT. DE TRANSDUCCION (G_t) → SOLO CONSIDERA ENTRADA ADAPTADA, x lo que SOLO DEPENDE DE Z_G :

$$(PS) = \left(\frac{ES}{Z} \right)^2 \times \frac{1}{R_S} \Rightarrow G_t = 10 \log \frac{(PS)}{PS}$$

no se consideran
adaptadas!

(ADAPTADA)

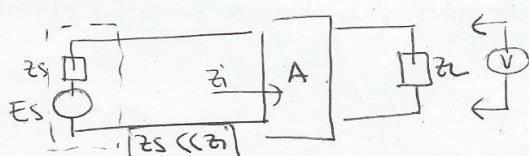
- Ganancia máxima disponible (G_d) → sería lo "ganancia de potencia disponible" → se da cuando ADEMÁS DE MAX. POTENCIA transducción disponible, la CARGA disipa lo max potencia disponible de salida (" P_o ")

$$"G_d" = 10 \log \frac{P_o}{PS}$$

(ambos lados ADAPTADOS)

Todas estas ganancias son NUMERICAMENTE EQUIVALENTES cuando luego TANTO ENTRADA COMO SALIDA ADAPTADAS!

Medición ganancia de tensión (SALIDA / ENTRADA)



- La condición $z_S \ll z_L$ del gráfico es adecuada p/ amplis de TENSION en audio y video frecuencia y RF baja. EN CAMBIO, otros amplis están DISEÑADOS p/ trabajar con CIERTA (z_S) ; en ese caso debemos poner una ~~RESIST~~ IMPEDANCIAS DE COMPENSACION.

(3)

- La gama de tensión es exacta cuando 1) el voltímetro tiene IMPEDANCIA)) a la del circuito donde se mide, o 2) tenga en cuenta (ej: amplis de audio/video) la impedancia del voltímetro en la medición (amplis sin buitizado).

Medición gama de inserción (solo SALIDA). (SOLO MAGNITUD, NO FASE)

Método según GAMA DE FRECS, NIVELES DE POT, Y EQUIPO DISPONIBLE

Método ① → Mido TENSIONES.
Se agujan tan z_S y z_L según lo previsto p/
(el que usaremos).
el amplificador. (pueden no ser adoptados en gral). Luego
ajusto con el AMPLIFC. PUESTO, p/ tener a la SALIDA NIVEL LEJOS
DEL ZUMBIIDO/RUIDO pero sin sobrecargar. Finalmente SACO EL AMPU,
conecto fuente con corriente,
y tengo 2 OPCIONES:

- aumento ES a un (E_S') que produce el MISMO V anterior
(tensión de SALIDA etc) - más conveniente.
- b) monto ES cte y veo CUANTO CAE V.

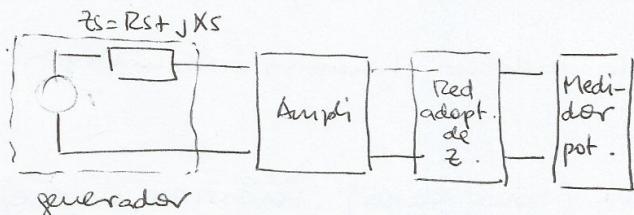
La PRECISION depende solo de la relect. de tensiones $\frac{E_S'}{E_S}$, los errores
en V no son importantes siempre q' el instrumento mida largas
su sensibilidad (por eso se suele usar la opción ②).

Método ② → medición de POTENCIAS mediante BOLÓMETRO. Se usa
en MICROONDAS, donde la medición de tensiones es muy difícil.



Método ③ → se usa un generador de salida cte. y se ajusta la salida con un ATENUADOR; el proc. es similar al método ①.

Medición de ganancia de potencia disponible



Se adopta SALIDA y ENTRADA.

R_s es conocido. Con E_s , se calcula P_s .

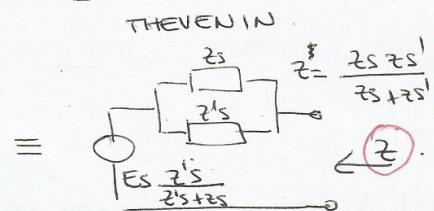
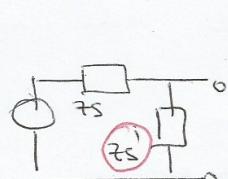
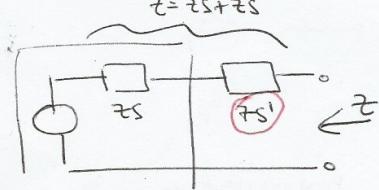
$$P_s = \frac{E_s^2}{4R_s}$$

P_o se mide, y se saca $\frac{P_o}{P_s}$

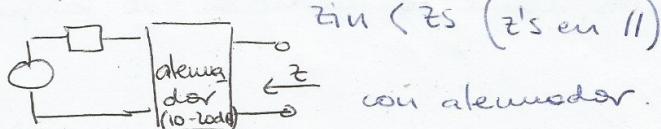
GENERADOR → puede estar CALIBRADO en función de:

- valor absoluto de tensión a circuito ABIERTO.
- tensión desarrollada sobre CARGA ADAPTADA (mismo caso)
- potencia DISPONIBLE
- salida RELATIVA de TENSION, POTENCIA, o dBs relativa a algún valor de REFERENCIA.

IMPEDANCIA → según la aplicación: Para amps. de TENSION EN AF suele tomarse $Z_s \ll Z_i$. En casos por ej. de líneas de 50Ω, hay que ADAPTAR MEDIANTE otra impedancia (Z'_s):



$Z_{in} > Z_s$
(Z'_s en SERIE)



Uso del decibel

(4)

Se usa p/ expresar AMPLIFICACION RELATIVA A UNA REFERENCIA. Por ej., si la amplif. de potencia varía con la freq.

El decibel expresa RELACIONES DE POTENCIAS, No se lo puede usar DIRECTAMENTE p/ RELACIONES DE TENSION, SALVO q' sean relaciones entre vinculadas a relaciones de potencia, aprovechando que la POTENCIA es PROPORCIONAL al CUADRADO DE LA TENSION.

$$dB = 10 \log_{10} \left| \frac{P_2}{P_1} \right| = 10 \log_{10} \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^2 = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1} \quad \left(\begin{array}{l} \text{si la} \\ \text{IMPEDANCIA} \\ \text{es la misma} \end{array} \right)$$

★ En GENERAL, p/ DIFERENTES IMPEDANCIAS:

$$dB = 10 \log_{10} \left| \frac{P_2}{P_1} \right| = 10 \log_{10} \left[\frac{E_2^2 / Z_2}{E_1^2 / Z_1} \right] = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1} + 10 \log_{10} \frac{Z_1}{Z_2}$$

Mediciones de FASE

(Completar)

Análisis de resp. en frecuencia mediante ondas cuadradas

Terman - Pettit:

(ver ANTES ANÁLISIS DE BANDA!
y resp. en frecuencia (DISTORSIÓN EN FRECUENCIA))

- a) Análisis de los tipos de BAJAS FRECUENCIAS: se usa una onda cuadrada a la entrada del ampli y se observa la salida.

Se usa para **EVALUACIÓN CUALITATIVA** de amplis de AUDIO, VIDEO y similares.

- Distorsión de fase en bajas frecuencias: "INCLINACIÓN" de la onda
 - ↑ hacia abajo (adelanto en bajas)
 - ↑ hacia arriba (atraso en bajas)
- Variación de amplificación → tope CONCAVO o CONVEVO
 - (+ en bajas) (+ en bajas)
 - ↓ ↓
- Ambos efectos → INCLINACIÓN \Rightarrow concavidad a la vez.

Es IMPORTANTE que las deformaciones producidas x el oscilosc. sean despreciables; esto se comprueba aplicando DIRECTAMENTE lo señal al osc. De ser PEQUEÑAS, se RESTAN de los totales observados.

- b) Respuesta TRANSITORIA del amplif. (a decir a la SUBIDA):

- Se aplica una FUNCION ESCALON. PARÁMETROS OBSERVADOS: tiempo de crecimiento, flecho, sobreimpulso.

- [t_c] → proporcional a la RECIPROCA DEL LÍMITE DE ALTA FRECUENCIA.
(10%-90%) Sin sobreimpulso excesivo, se cumple: $t_c = \frac{K}{B} \Delta B_{-3dB}$
depende de la FORMA DE LA CURVA DE GANANCIA
0,35(sobreimp<5%)-0,15.

- [flecho] → depende especialmente de la DISTORSIÓN DE FASE EN BAJAS FRECUENCIAS. (KA VISTO ANTES).

- [sobreimpulso] → depende de la FORMA DE LA BANDA PASANTE y de la AGUDEZA DEL CORTE EN ALTA FRECUENCIA (corte GRADUAL → ↓ sobreimpulso).

- EXPERIMENTALMENTE, la función en colón (o los pulsos) se logran mediante ondas cuadradas (q' son SUPERPOSICIONES de ondas positivas y negativas)



1) Resp. transitoria mediante onda cuadrada

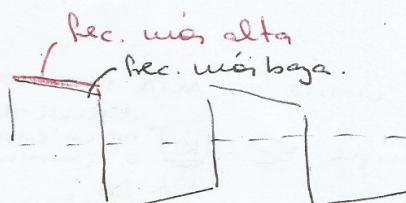
- t_c → la frecuencia de la cuadrada debe ser relati. ALTA (periodo no muy grande resp. a t_c). Grdor / osciloscopios con tiempos cortos, de lo contrario se CORRIGE $\text{cont} = \sqrt{\frac{1}{t_c^2 + t_{osc}^2 + t_e^2}}$.

- sobreimpulso → freqs. relati. ALTAS.

- flecha → freqs. MUCHO MAS BAJAS (intervalos de t MAS GRANDES). El osc. y grdor deben tener flechas despreciables, o se CORRIGEN segun SUMA LINEAL DE FLECHAS (como % de la amplitud total).

Se ajusta el PERIODO mediante el generador p/ observar cuando baje la amplitud en 1/2 ciclo, era en la flecha en UN INTERVALO DE t DETERMINADO (q' se incluye en la especific.).

Se suele sincronizar el BARRIDO a la freq. de entrada p/ que se vea ESTÁTICO en la pantalla.



2) Resp. transitoria mediante pulsos

(2)

Ventajas

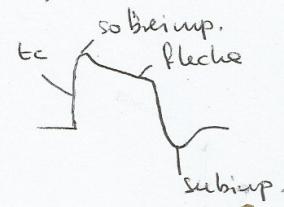
cuando el ampli TRABAJA CON PULSOS, este ensayo de DIRECTAMENTE EL COMPORTAM.

la potencia requerida al generador es MUCHO MENOR q' la requerida p' onda cuadrada de igual t_c .

- Parámetros \rightarrow sobreimpulso, SUBIMPULSO, flecha, etc.

- El pulso debe ser lo MAS RECTANGULAR POSIBLE.

↓ Pulso de DURACION MUY CORTA RESPECTO A t_c .



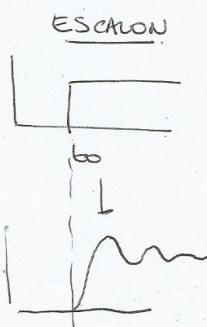
Ensayos con IMPULSOS

"Si la longitud del pulso es MUY CORTA en comparación con el tiempo de crecimiento del sistema, la FORMA DE LA RESPUESTA DEPENDE SOLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA y NO DE LA FORMA EXACTA DEL PULSO". La MAGNITUD de la respuesta depende del AREA del pulso.

RESPUESTA AL IMPULSO \rightarrow DERIVADA de la respuesta al escalón.
(Contienen la MISMA INFORMACIÓN).

ALTURA de la resp. al IMPULSO \equiv MAX VELOC. de resp. al ESCALÓN.

AREA bajo la curva del impulso en " t " \equiv AMPLITUD de resp. al ESCALON en " t ".



En la práctica se prefieren las ONDAS CUADRADAS o PULSES, ya que la forma de onda de salida de la respuesta de forma DIRECTA.

DISTORSION en los amplificadores.

(Oliver:)

TDA7294 (400W, + distorsión) ①
 ST16472 (40+40)(Sanyo) 1740
 TDA2005 (20W en PUENTE)
 10W stereo

- distorsión de FRECUENCIA: debido a que la respuesta en frec. en MODULO NO ES PLANA \Rightarrow algunas componentes se amplifican mas que otras -

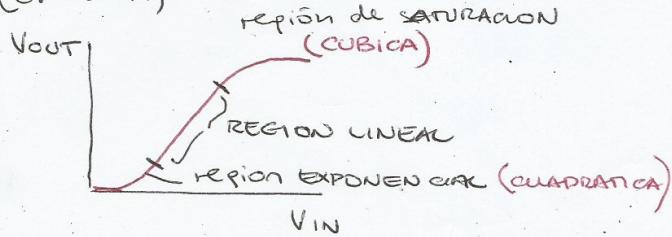
- distorsión de FASE: las componentes en frec. de la señal son RETARDADAS DISTINTOS TIEMPOS (de tránsito). Si el retardo fuera CTE, de ω o constante. Esta distorsión de fase puede DESTRUIR señales como la cuadrada.

Las dist. de frecuencia y fase, no son muy problemáticas en audio, ya q' el oido no es sensible a ellas. Si lo son en amplificadores y moduladores (por ej.) en RF.

Para audio nos interesa a distorsión DE AMPLITUD O NO-LINEAL:

- Distorsión NO-LINEAL: se debe a la característica de TRANSFERENCIA de un dispositivo. A igual incremento de entrada, llega un punto en que la salida no registra incrementos LINEALES (por ej. la curva de un transistor). Esta deformación no se suele medir DIRECTAMENTE, sino mediante los ensayos de DISTORSIÓN.

(Grattoni:)



"El principal efecto de la distorsión alinea en hacer q' en la SALIDA DEL AMPLI HAYA COMPONENTES EN FREC. QUE NO ESTAN PRESENTES EN LA ENTRADA".

Esta curva se APROXIMA como: $V_{out} = A \cdot V_{in}^2 + B V_{in}^3 + \dots + N V_{in}^n$

* Si $V_{IN} = V_1 \cos \omega_1 t$, y teniendo hasta el term. cúbico:

$$V_{OUT} = A \cdot V_1 \cos \omega_1 t + B V_1^2 \cos^2 \omega_1 t + C V_1^3 \cos^3 \omega_1 t.$$

pero: $\left\{ \begin{array}{l} \cos^2 \omega_1 t = \frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega_1 t) \\ \cos \omega_1 t \cdot \cos 2\omega_1 t = \frac{1}{2} (\cos 3\omega_1 t + \cos \omega_1 t) \end{array} \right.$

$$\Rightarrow V_{OUT} = A V_1 \cos \omega_1 t + \frac{B V_1^2}{2} (1 - \cos 2\omega_1 t) + C V_1^3 \cos \omega_1 t (1 - \cos 2\omega_1 t)$$

↓

DISTORSION ARMÓNICA (1 señal):

$$V_{OUT} = \underbrace{\frac{B V_1^2}{2}}_{\substack{\text{COMPONENTE} \\ \text{DC}}} + \underbrace{(AV_1 - \frac{C V_1^3}{4})}_{\substack{\text{FUNDAMENTAL} \\ \text{(deseado)}}} \cos \omega_1 t + \underbrace{\frac{B V_1^2}{2} \cos 2\omega_1 t}_{\substack{\text{CUADRATICO} \\ \text{(por cruce)}}} - \underbrace{\frac{C V_1^3}{4} \cos 3\omega_1 t}_{\substack{\text{CÚBICO} \\ \text{(saturación, recorte)} \\ \text{"clipping".}}}$$

ARMÓNICOS de la frecuencia de entrada (no deseados).

* Si tengo 2 señales de entrada, $V_{IN} = V_1 \cos \omega_1 t + V_2 \cos \omega_2 t$:

$$V_{OUT} = A(V_1 \cos \omega_1 t + V_2 \cos \omega_2 t) + B(V_1 \cos \omega_1 t + V_2 \cos \omega_2 t)^2 + C(V_1, \dots) \quad (3)$$

↓

desarrollando me quedan:

2do orden $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ componentes continuas (orden 0).} \\ 2 \text{ balsas simétricas (1mo, 2do ord.)} \\ 2 \text{ armónicas segundas.} \end{array} \right.$

3er orden $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ tercias armónicas} \\ 4 \text{ balsas intermedias (1mo, 3er ord.)} \\ 2 \text{ auto-compresiones ($C > 0$) / auto-expansiones ($C < 0$)} \\ 2 \text{ compresiones cruzadas ($C > 0$) / expansión cruzada ($C < 0$).} \end{array} \right.$

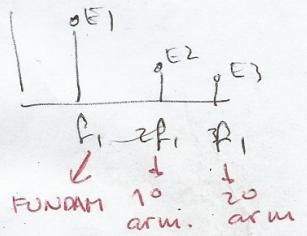
(Términos:)

②

- En los casos prácticos, las 2º ARMÓNICAS y la SUMA/DIFER. son las más importantes ("efecto cuadrático"). Le siguen los efectos cúbicos (3º arm., comb. de 2º orden).
- La PRUEBA DE AUDICIÓN en la EVALUACIÓN PRÁCTICA FINAL, que depende también del TIPO de sonido, la ACÚSTICA del lugar, y factores psicocognitivos. ⇒ hay que COMBINAR VARIOS MÉTODOS DE ENSAYO.

1) Método ARMÓNICO → aplico SENOIDAL, veo ARMS. EN SALIDA.

- en los % de ARMÓNICAS. En la PRÁCTICA, 2º y 3º;



$$THD\% = \sqrt{\frac{E_2^2 + E_3^2 + \dots}{E_1^2}} \times 100$$

valores PICO.

auditador decide
medid. de distors.
(sopriue fundam.)

- DISCUSIÓN de la DEPENDENCIA de la THD con la FRECUENCIA de la fundam. (f_1) → límites sup/inf. del DB, zona media.

$$(70 < \frac{1}{2} \sqrt{f_1 f_2})$$

*) Ver THD+N al final.

2) Método x INTENSIÓN → aplico 2 señales y observo SUMA/DIF/COMBINAC.

standard RP120-1983.

- a) SMPTE → uso de baja (Pamp) y uso de alta (+amp.).
(Society of Motion Picture and TV Engs.).

- Efecto NO LINEAL → la amplificación experimentada x la comp. de ALTA (f_2) VARIA al RITMO de la de BAJA (f_1). Es decir la f_2 está MODULADA x lo f_1 .

en lo FREC:

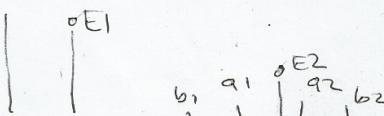
$$\Rightarrow \% \text{ dist. SMPTE} = \frac{100 \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots}}{f_1 + 2f_1}$$

- $E_1 \approx 4 \text{ dBu}$.

- RELACION DE AMPLITUDES.

$$4:1 (12,04 \text{ dB}) \quad (20 \log 4) = \frac{100 \sqrt{(a_1+a_2)^2 + (b_1+b_2)^2 + \dots}}{E_2}$$

- FRECS: 60Hz / 7kHz



ver (Términos)

modulada

Amp

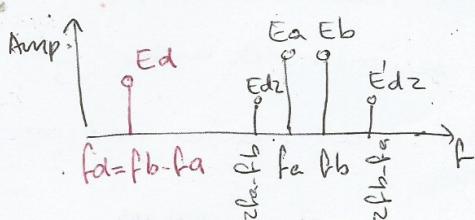


b) CCIF \rightarrow 2 señales de = AMPLITUD y fases ALTAS y CERCANAS.

(Comité Consultivo Telefónico Intern).

DIST. ARBITRAL \rightarrow aparece la componente de FREC. DIFERENCIA.
(baja frecuencia).

- en la FRECUENCIA:

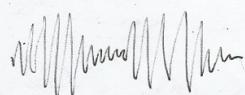


$$\% \text{ CCIF} = \frac{E_d}{E_a + E_b} \times 100$$

E_d no debe ser tan BAJA p/ caer fuera del DB del amplif.

- CCIF se concentra en la DISTORSION CERCA DEL LIMITE SUP. DE FRECS del amplif.

- en el TIEMPO:



(Comentar los circuitos del terminal, y luego comentar como unido con lo PFT).

- Algunos analizadores per... ten ir BARRIENDO con los 2 bares (el espacio de), o CAMBIAR EL ESPACIO entre ambos.

c) DIN (Deutscher Institut für Normierung) standard 45403.
NORMA EUROPEA.

Es similar a SMPTE: - tensiones $E_2 = \frac{1}{4} E_1$ (-12,04 dB)

- frecuencia ↘ una en BAJA (250Hz o 70Hz)
↓
una en ALTA

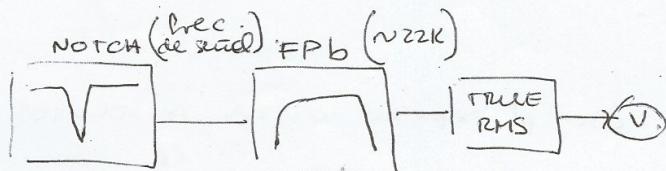
variantes: | 250 Hz / 8 kHz |

70 Hz / 7 kHz.

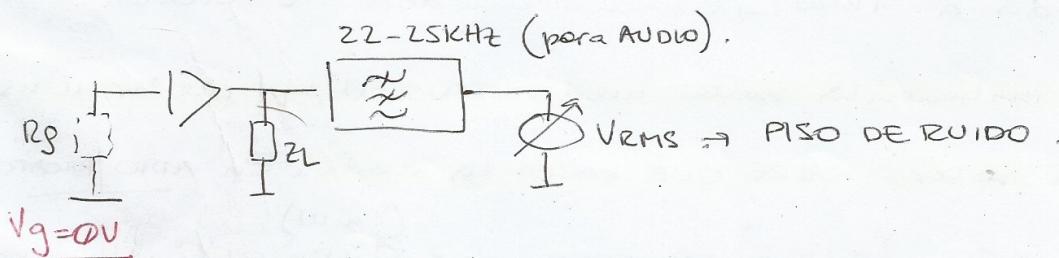
(*) THD + N

(3)

- ES MUY UTILIZADA ya q' considera NO SOLO la armónica, sino TAMBIEN el ruido de fondo audio, zumbido de fuente, y otras interferencias, fuera de lo fundamental. De esta forma, da una FIGURA DE MERITO MAS COMPLETA p/ el amplif.. Un circuito p/ medir THD+N sería (handbook):



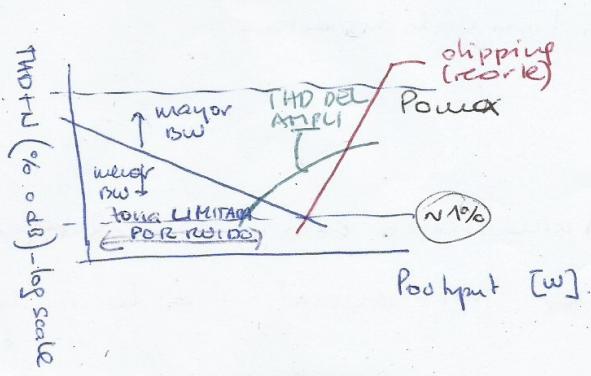
En la práctica, sin embargo, que dices DIRECTAMENTE el RUIDO y lo INCORPORAREMOS a nuestra medición de THD:



Entonces lo incorporo a lo anterior, medido con FFT:

$$\text{THD} + \text{N} (\%) = \frac{\sqrt{E_2^2 + E_3^2 + \dots + V_{\text{N}}^2}}{E_1}$$

al V_{RMS} leigo q' posarlo PRIMERO A VALOR PICO p/ meterlo en la ecuación! ($x \in V_1, V_2, \dots$ son valores pico).



3 regiones,

region LIMITADA POR RUIDO
(va bajando q' sube la señal). (azul)

RUIDO + THD (verde)

RECORTE (rojo)

Unidades ABSOLUTAS basadas en el decibel

- A veces el nivel de referencia para expresar decibels se ASUME en lugar de indicarse EXPLICITAMENTE. Ejemplo: cuando digo $\pm 2 \text{ dB}$ de 20 a 20K, sé que la ref. es la SALIDA A 1KHz. Lo mismo si digo $\text{SNR} = 95 \text{ dB}$, quiere decir RUIDO X PESADO 95 dB de señal.
- Otras veces el dB se usa p/ expresar valores ABSOLUTOS. Entonces TENGO que explicitar la REFERENCIA $\rightarrow \text{dBm}, \text{dBr}, \text{dBV}$.

dBm

"dBs referidos a 1mW" \rightarrow Es una unidad de POTENCIA.

Como los instrumentos suelen medir TENSION, p/ medir dBms TENGO que saber SOBRE QUÉ CAREA la medi. En AUDIO suelo

someter 600Ω (0.150Ω) \Rightarrow para dar (1 mW) dBm , el voltímetro

$$\text{medirá } 1 \text{ mW} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \sqrt{0.001 \times 600} = 0.7746 \text{ V. Si no conozco l'}$$

impedancia, la medición en dBm no me representa una tensión CONCRETA! Antes los amplis eran ADAPTADOS entre etapas, x lo q' se podia asumir 600Ω ; hoy suelen tener tan grande y fijo q' dice x lo q' ya no es tan válido esto.

dbu

Es el voltaje p/ de someter 1 mW sobre 600Ω , pero al referirse a TENSION NO necesita especificar IMPEDANCIA! \Rightarrow es la unidad MAS APROPIADA p/ audio.

RUIDO en amplificadores de audio

(1)

(tercera).

MÍNIMA señal q' puede amplificarse → limitada por tensiones formante de VARIACIÓN ALEATORIA en los circuitos del ampli. Ellas reciben la denominación general de RUIDO, y son más relevantes p/ amplios q' se usan con señales DÉBILES.

(nº1)

Tanto el RUIDO como la INTERFERENCIA EMPEORAN la calidad de las señales procesadas en equipos como amplios, repetidores, selectores. Por ej. en un receptor, el ruido limita la sensibilidad, y en un sinst digital genera ERRORES en los datos.

RUIDO e INTERFERENCIA tienen EFECTOS PARALELOS pero son MUY DISTINTOS.

INTERFERENCIA → a lo pral eliminable, y a q' es PREDICIBLE.

RUIDO → señals ALEATORIAS, IMPREDICIBLES → se "MINIMIZA".

↓

CONCEPTO DE "RUIDO" → en gral, se busca q' un ampli produzca un corriente eléctrica en corriente EN RESPUESTA A EXCITACION DE ENTRADA. SIN EMBARGO, en la salida tendré otras componentes:

- prod de intermod y armónicas (vistos anteriormente).
- INTERFERENCIA de otros equipos/sistemas (por ej. red de CA). (se verá en otra unidad).
- corriente que se genera AUNQUE NO EXISTA EXCITACION APLICADA

(RUIDO) → una cantidad de ruido resulta en "Hiss" o "Buzz" cuando NO HAY SEÑAL.

TIPOS DE RUIDO (Termal/NEI).

1) Ruido de CRANAKA (shot noise): mejor aleja discontinua de los portadores de carga en conductores (señal).

$$I_{Sh} = \sqrt{2qIB}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb}$$

I = corriente promedio.

Actualmente tiene POCAS IMPORTANCIA.

2) RUIDO TERMICO: movimientos aleatorios de portadores de carga (o de RESIST., o de JOHNSON). en un MEDIO CONDUCTOR (en temperatura) cero absoluto.

TOMA CONDUCTOR ELECTRICO produce tensión variable en terminales por movimiento ALEATORIO de ELECTRONES LIBRES a AGITAC. TERMICA.

$$1,374 \cdot 10^{-23} \text{ Joule}/^{\circ}\text{K}.$$

$$\text{TENSION PROducida A CIRCUITO ABIERTO} \rightarrow e_n^2 = 4RT \int_{f_1}^{f_2} R df.$$

$f_2 \nearrow$ comp. RESISTIVA de la impedancia
 $f_1 \searrow$ Variable ó no
 $T_{abs.} (^{\circ}\text{K})$

Ⓐ Si la comp. RESISTIVA de la impedancia es CTE en lo gama f_1 a f_2 ; esto se SIMPLIFICA.

audio de banda (B)

$$(e_n^2) = 4RTR, (f_2 - f_1) = 4RTRB$$

valor MEDIO del cuadrado de la tensión de ruido de variación aleatoria.

- TIEMPO durante el cual debe hacerse este promedio \rightarrow depende de (B) ($\uparrow B \Rightarrow \downarrow$ Tiempo).

Ⓐ es IMPORTANTE OBSERVAR. q' el (e_n^2) es PROPORCIONAL AL ANCHO DE BANDA (B) PERO INDEPENDIENTE DE LA PREC. CENTRAL!

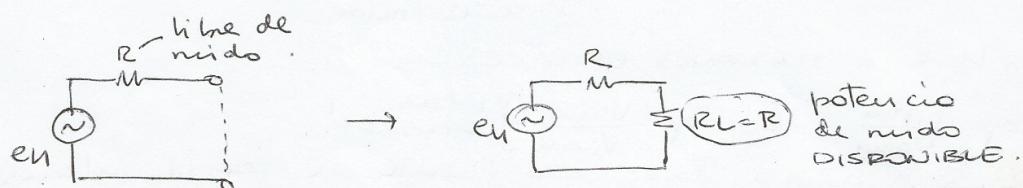
Es decir, si aplicamos esta "R" a un ampli, q' NO INTRODUCE RUIDO

y AMPLIFICA IGUAL EN TODAS las fs., la salida de nido depende solo DE \textcircled{B} .

Este nido, q depende solo DE \textcircled{B} , se llama BLANCO.
(en lo práctico se considera blanco si en \pm univelvelata $\sim 10^{13} \text{ Hz}$).

\textcircled{R} Sin embargo, el RUIDO OBSERVADO sobre un circuito conlectado a una resistencia (como un ampli) depende de la resp. en feedback de este circuito (ejemplo del capacitor).

Se representa una resistencia R y su nido en asociación como:



$$\Rightarrow \text{Si cortocircuito, luego: } |i_{\text{n}}|^2 = \frac{e_u^2}{R^2} = \frac{4RTB}{R} \quad (\text{csto fuerza act.})$$

FOTENCIA DE RUIDO DISPONIBLE: potencia de nido que se obtiene al conectar a una resistencia de carga $R_L = R$ en el circuito equivalente:

pot. de nido
dispon.

$$N_p = e_u V_{RL} \times I_{RL} = \frac{V_{RL}^2}{R_L} = \left[\frac{e_u}{2} \right]^2 \times \frac{1}{R_L} = \frac{e_u^2}{4R} \quad \checkmark$$

(en la RESISTENCIA)

* pero $N_p = KTB$ (por Johnson/Nyquist) \rightarrow INDEPENDIENTE DE R !
(porque es válido solo CUANDO $R_L = R$)

$$\Rightarrow N_p = KTB = \frac{e_u^2}{4R} \Rightarrow |e_u = \sqrt{4RKTB}|$$

-174 dBm (1 Hz)

\textcircled{A} A temp. ambiente, $T = 290 \text{ K} \Rightarrow N_{\text{dBm}} = 10 \log \frac{KTB}{1 \mu \text{W}} = 10 \log \frac{K \cdot T}{1 \text{ m}} + 10 \log B$.

$$N_{\text{dBm}} = -174 \text{ dBm} + 10 \log B$$

④ La pot. de ruido disponible en TEORICA y q se supone q el RL no tiene ruido térmico. LUEGO debemos sumar lo q aporta "RL". (o sea q RL está a 0 °K).

RELACION SEÑAL RUIDO (SNR). (S/N)

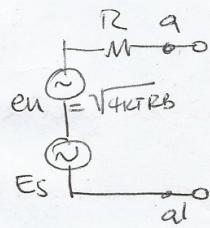
(o SALIDA).

- Medido de la CALIDAD DE LA SEÑAL q entra a un dispositivo (ME1)
- Medido en q el ruido esté asociado con la señal.
- Relación de POTENCIAS (promedio) en decibels, o el equivalente expresado en base a TENSIONES EPICACES.

$$SNR = \textcircled{10} \log \frac{S_{\text{prom}}}{N_{\text{prom}}} = \textcircled{20} \log \frac{V_{\text{señal}}}{V_{\text{ruido}}} \quad \begin{matrix} \text{Valor} \\ \text{EPICACES!} \end{matrix}$$

MAXIMA SNR → cuando tengo una fuente de resist. interna \textcircled{R}

en CIRCUITO ABIERTO:



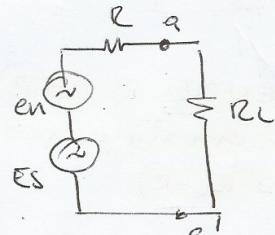
Tensión de señal en a-a' = E_s pot. disponible de señal

$$SNR_{\text{vacío}} = \frac{E_s^2}{e_u^2} = \frac{E_s^2}{4kT_B} = \frac{E_s^2}{4RkT_B} \quad \begin{matrix} \text{pot. disponible} \\ \text{de señal.} \end{matrix}$$

$$SNR_{\text{vacío}} = \frac{\text{pot. disp. de señal}}{\text{pot. disp. de ruido.}}$$

- AHORA, si yo conecto una CARGA, la SNR se verá REDUCIDA. Por

ej., si $R_L = R$:



Tensión de señal en a-a': $\frac{E_s}{2}$

Tensión de ruido en a-a' = $\sqrt{\frac{R}{4kT_B}} \frac{R}{2}$

$$\left\{ \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \right.$$

resistencia
TOTAL q genera ruido

$$\Rightarrow SNR = 0,5 \times SNR_{\text{vacío.}}$$

$$\left(= SNR_{\text{vacío}} \times \frac{1}{4} \times 2^{(\text{de } e_u^2)} = \frac{SNR_{\text{vacío}}}{2} \right)$$

$(\text{de } \frac{E_s^2}{2})$

(3)

- FINALMENTE, si yo AMPLIFICO la tensión en $a-a'$, se amplifican IGUALMENTE señal $\textcircled{5}$ ruido. ADEMÁS, el amplif. INTRODUCE ruido ADICIONAL por lo q' la RELACION SEÑAL RUMBO SE DEGRADA
 \Rightarrow "NUMERO O FIGURA DE RUMBO".

(Terminan \rightarrow tabla de ANCHO DE BANDA EQUIV. DE RUMBO)

FIGURA DE RUMBO

Especifica el DETERIORO de la relación s/N provocado por un amplificador (o cualquier red de 4 puentes en gen)

$$F = \frac{\text{SNR en ENTRADA (veces)}}{\text{SNR en SALIDA (veces)}} \gg 1.$$

$$F = \text{SNR ent. (dB)} - \text{SNR sal (dB)} \gg 0.$$

* Si tomamos como ENTRADA la pot de ruido DISP:

$$F = \frac{\frac{P_s}{KTB}}{\frac{G \cdot P_s}{N_o}} = \frac{\frac{S_i}{N_i}}{\frac{G}{KTB}} \Rightarrow N_o = \underbrace{F \cdot G KTB}_{\substack{\text{Si fuera} \\ \text{IDEAL}}}.$$