ETSI Telecomunicación



Tratamiento Digital de Audio

Apuntes de Pak (Fco. J. Rodríguez Fortuño) ETSI Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia. Primer cuatrimestre de 5° curso Curso 2007/2008

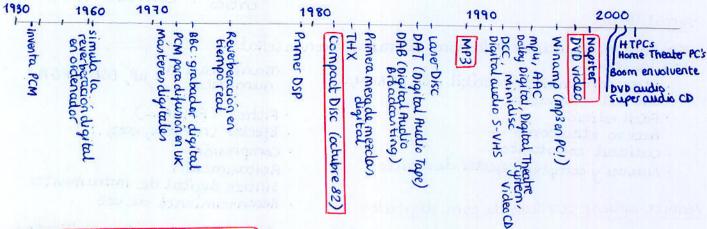
Contenido

- Referencia rápida de la asignatura

Fecha de última actualización: 9 Noviembre 2008

Tema 1. Introducción y Fundamentos

1. Historia del audio digital

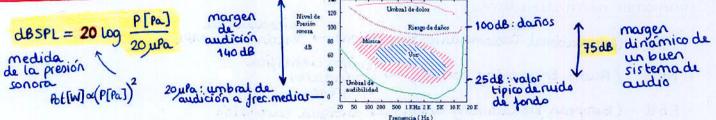


2. Audio analógico vs digital

Calidad del sistema

Buen sistema + Buen sistema ojdo sensible a unor psicoacustica (factores mecánicos, acusticos, defectos e inmune nerviosos, mentales sensibilidad vs frecuencia

Sensibi lidad



Existen curvas de loudness [fonios] constante (coinciden con SPL en maxima sensibilidad)

2kHz -> 5kHz : maxima sensibilidad

Audio analógico

P[Pa] MIC V[V]

sensibilidad típica 50 mV/Pa 1Pa -> 94 dBSPL -> Sonido muy fuerte - isolo 50 mV!

Variación continua del voltaje que hay que amplificar

Debilidades:

- atenuación

- ruido - distorión lineal (Haist(1))

- distorión no uneal (y=ax+bx2+...)(ormónicos)

Audio digital

ETAPAS

· Muestreo

11111111

Js > 2.BW Js mwy estable oido MUY sensible at <u>Jitter</u>

· Codificación

codificar los niveles de cuantificación con una secuencia de bits

· Cuantificación: nºbits

cada muestra se aproxima al nivel de cuantificación más cercano.

Ruido de cuantificación (blanco para señal grande) (no blanco para señal baja) L bird singing + ruido granular

de de

cuanti

g: PCM secodifica nivel en binario [0, 2ⁿ-1]

R= n. /s [bits/s]

VENTAJAS del audio digital · Repetición regenerativa · Robustez · Calidad cuando una señal se degrada Mayor calidad a menor coste corrección (dentro de unos margeness) se de errores puede recuperar perfecta Elemento. CONVEDOR A / D critico . versatilidad · Procesado digital Grandes posibilidades a la hora de trabajar con la señal manipulación: up, DSP, FPGA · Almacenamiento versatil (CD, HD, RAM, ..) · Uso del ordenador · Filtros (FIR, IIR, ...) · Facil edición · Ejectos (retardas, ecos, ...) · Acceso aleatorio calidad constante · compresión · Nuevos y complejos ejectos de sonido Restauración sintesis digital de instrumentos Reconocimiento de voz · Permite aplicar técnicas de com digitales · compresión temporal (se pueden tx bits a velocidad mayor de la de reproducción, permitiendo) anadir bits de redundancia, datos,... · sincronización (Is constante en precuencia y fase) · Corrección de empres · Codificación de canal (adecuar reñal al medio, optimizar espectro, recuperar reloj) Reducción de datos (compresión) organismos normalizadores · ITU: (International Telecommunications Union) -> psicoacustica PEG

congresos

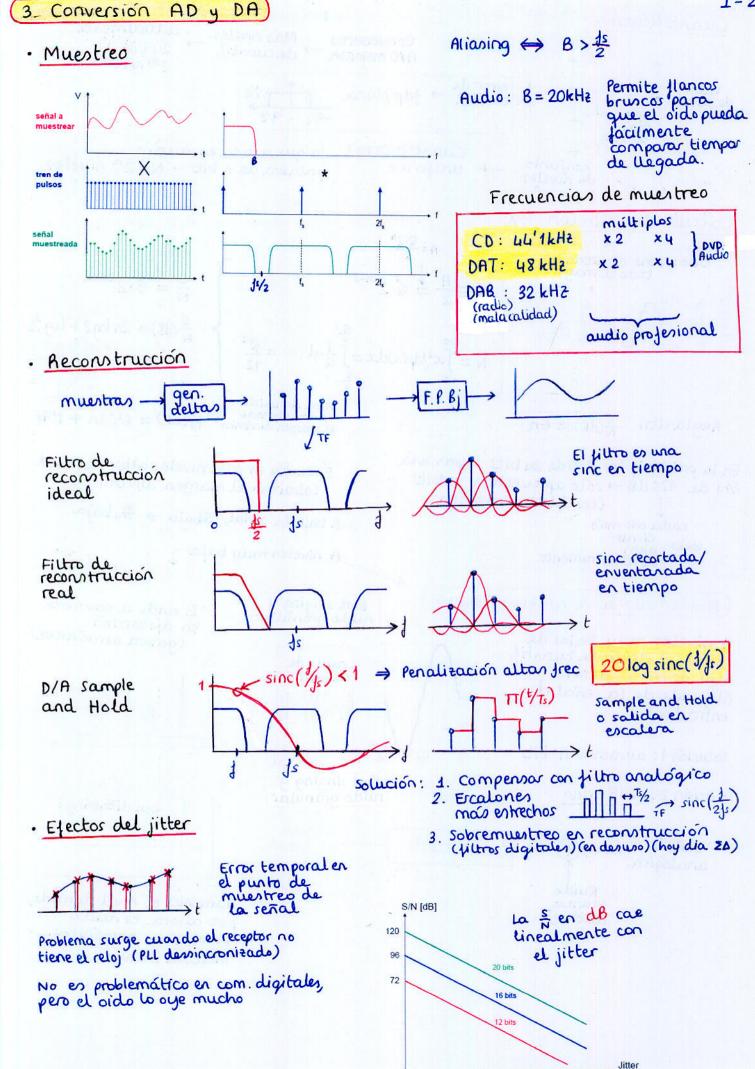
agrupa televisiones europeas

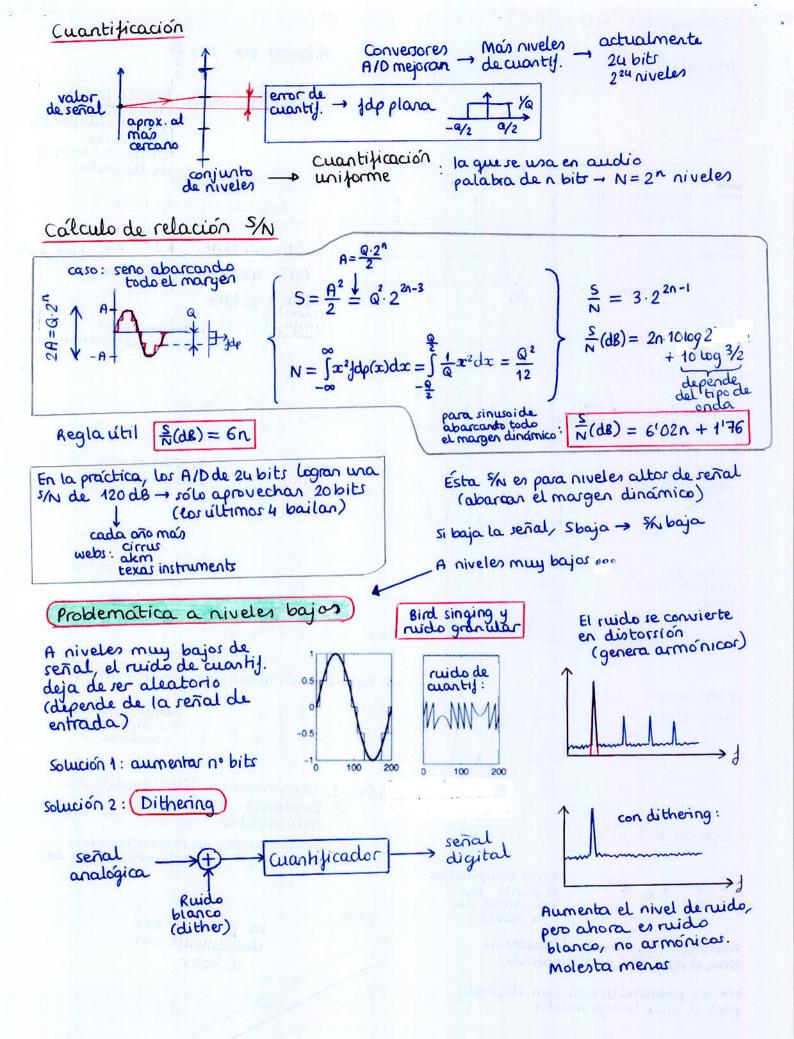
· AES: (Audio Engineering Society) -> revista científica

· EBU: (European Broadcasting Union) - antigua eurovision

· SMPTE (society of Motion Picture and Television Engineers) - cine y TV

[ns]





Dither analógico (previo a la cuantif) $y = round [2^{N-1}, señal + rand(1,1)]$ dither [oa 1] de uniforme cuantil N bits Ademais el dither no tiene porque ser Jap uniforme entre 0 y 1LSB Se ha comprobado que ruena mejor el dither con Jap triangular de hasta 2LSB (suma de 2 dither uniforme)

Dither digital (reducir no bits)

ej: reducir 16 bitr - 12 bits 24 bits - 16 bits (recuantificación) ej: 8 bits a 4

10110110 (muestra original) + 0101 (dither) (jdp unij entre 0 y 1111 2 cari, cari i.e. 0 y 1158 de la renada) 10111011 (truncamor)

1011 (muestra final)

puede llegar a modificar 1158 (y todar las anteriores sollo por accurred)

Métodos para mejorar la calidad del sistema

9 bits

24→16

8 bils

24 - 16

(ruma de 2 uniformes de 8 bits)

Aunque los sistemas de 24 bits y 96 kHz son realidad, nos vernos obligados a trabajos - compatibilidad - ahorrar bitr - ahorrar cartes en conversores con 16 bits:

Dos técnicas permiten mejorar la calidad de los sistemas de 16 bits

· Sobremuestreo (oversampling)

oversampling XM: muestrear a M./s - Ventajas:

filtro sencillo 15' = M. 15

filtros analógicos (de antialiasing y reconstrucción) de poca pendiente reduce el ruido de cuantif en la banda de audio

· filtre anti-aliasing sencillo sobremuestreamos la señal analógica

· eliminamos ultrasonides con un

jutro digital diezmamos la señal digital para dejarla sin sobremuestreo

· también es util en la reconstrucción (filtro analógico sencillo)

El ruido total de cuantificación en el mismo, pero se distribuye en una banda mayor. Ruido (tensión) El ruido en la banda util de audio se reduce -6dB por un jactor M (mejora de bits ejectivos) 2x

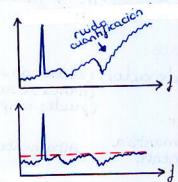
Cada vez que duplicamos fi ganamos una mejora equiv. a 6 dB (+1 bit ejectivo)

señal 16 bits sobremuestreo 2x perceptualmente iqual señal 17 bits sin sobremuentreo llerado al limite: conversor ≥A → 1 bit

· conformación de ruido (noise shaping)

Consiste en desplazar el ruido de cuantificación alla donde el oido es menos rensible.

se logra mediante filtrado digital del dither.



Espectro de la renal con noise shaping. se obliene shi muy mala (incluso negativa)

Espectro ponderado psicoacústicamente (5/ psicoaculitica mayor)

comparación de los parametros de calidad

Parámetros calculados directamente

Parametros calculados tras ponderación psicoacústica

	Cuantización Normal	Cuantización con Dither	Cuantización con Dither y Noise Shaping
Total Harmonic Distortion	16.40%	7.56%	3 1.336%
Relación Señal Ruido	12.5dB	7.3dB	-14.6dB
Fondo de Ruido	-78.1dB	-72.4dB	-50.3dB

	Cuantización normal	Cuantización con Dither y Noise Shaping	
Total Harmonic Distortion	35.82%	2.37%	
Signal to Noise Ratio	14.8dB	26.9dB	
Noise Floor	-83.9dB	-95.2dB	

aparentemente desastroso

subjetivamente ventajoro

ventajas [- decremento de la distorión (objetiva)
- incremento de la 1/2 subjetiva y reducción del
fondo de ruido subjetivo

sistemas comerciales Dither + Noise Shaping: Apogee UV-22, super CD Encoding

· XRCD de JVC

· Super Bit Mapping de Sony

· Pow-R de Weiss

(Codificación en coma flotante

(buena 5/N a valorer grander (st) Codificación con enteros - precisión absoluta ete / mala s/ a valores pequeños

Codificación en coma flotante - precisión RELATIVA (i.e. ± X%) constante

siguen existiendo 2mte valores posibles, pero distribuidos no iniformemente

margen : [(-2^{m-1}).2^(2^e-1), (2^{m-1}-1).2^(2^e-1)]

en sistema PCM de n bits:

El margen dinámico se extiende enormemente con pocar bits

no pits necessarios en pcm para mismo M.D.

 $n = m + 2^{e} - 1$

La relación sh ya no depende de la amplitud de la reñal (la precisión viene dada por el LSB de la mantisa que nunca tiene ceros a la izquierda)

mejor caso: MANTISA = 11111111 $\rightarrow \% = \frac{255^2}{(1/12)}$ peor caso: MANTISA = 10000000 $\rightarrow \% = \frac{128^2}{(1/12)}$ truido de ± 1 LSB

 $\frac{S}{N}(dB) = 20 \log 2^{m} + \text{factor cresta}$ = $6^{1}02 \cdot m + \text{factor cresta}$

uso actual de coma plotante:

· Edición de audio por ordenador (el usuario se desentiende de aspector de M.D.) (nunça se satura la señal) (puedes amplificar y atenuar sin pérdida)

· Esquema mais comun:

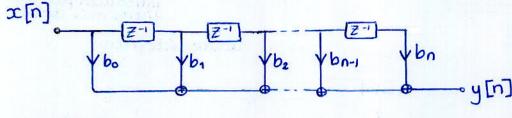
24 bits mantisa 32 bits IEEE 8 exponente

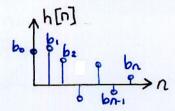
Altamente sobredimensionado

Tema 2. Filtros Digitales de Audio

FILTROS FIR

 $y[n] = \sum_{k=0}^{M} b_k \infty [n-k]$

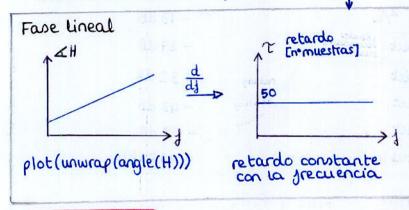


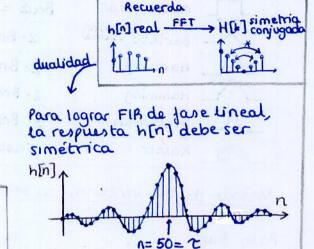


(Ventajas)

- sencillos de hacer e implementar en hardware
- · siempre estables (al no tener realimentaciones) (ai = 0)
- · Pueden diseñarse con fase lineal

respuesta al impulso coincide con los coefici entes





· (Inconvenientes)

- . Necesario un gran número de coeficientes para conseguir las mismas características que un fibro IIR de mucho menor orden
- · muchos coeficientes} gran retardo a veces no apto para directos fase lineal
- · Para conseguir buena resolución a bajas frecuencias se requieren muchos coeficientes

h[n] finito - N puntos en frecuencia resolución uniforme

El oido tiene mayor resolución a bajas frequencias

Résolución oido = entre 1/6 y 1/3 octava

⇒ à 1kHz : ren≈ 400Hz
a 20Hz : ren ≈ 30 Hz

· (métodos de diseño)

En MATLAB: jdatool: diseño filtros satool: visualización y jitrado

- diseño multibanda con bandas de transición
- diseño de FIR arbitrarios por el método de mínimos cuadrados con restricción.
- método de enventanado ...

oido: alta resolución a bajas frec son las bajas frec trecuencias uniforme en j

Visualización en Matlab

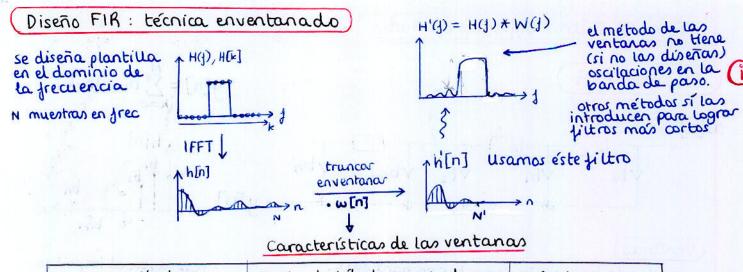
freqz (b, a) en frec normalizada freqz (b, a, np, fs) en frec.analogica t frec muentres entre 100 y 1000

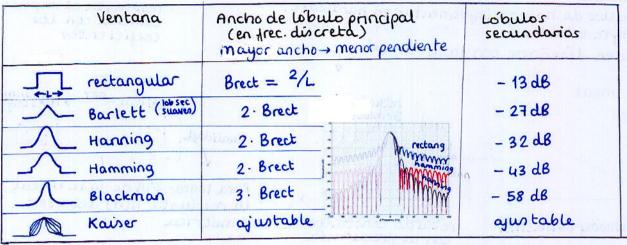
Filtrado con
overlap-save
overlap-add
o(n logen) en lugar
de o(n2)

Fitrado en Matlab y = filter(b, a, x) Para cada y[n] hay
N productos y N sumas

= N operaciones MAC

4 js. Nandes. Needs MAC





Método de las ventanas en Matlab

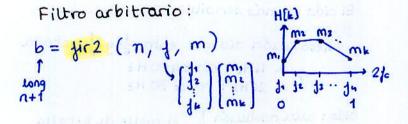
FIR1 y FIR2

Paso Bajo: b = fir1(n, wn, barlett(n+1)) b = fir1(n, wn, barlett(n+1))Paso banda b = fir1(n, [w1, w2], barlett(n+1));

orden frec.corte ventana

(por dej hamming si no poner nada)

Notch b = fir1(n, [w1, w2], barlett(n+1));



La te Hangar Wash

FILTROS IIR

 $y[n] = -\sum_{i=1}^{n} a_{i} y[n-i] + \sum_{i=1}^{n} b_{i} x[n-j]$

- · son fitter recursives
- . Requieren menos coeficientes que FIR para Legrar las mismos características
- · su respuesta al impulso es en general infinita

Inconvenientes

- · No garantizar jase lineal
- · Polas -> puede producir inestabilidad
- · Implementación HW mas compleja
- · Grave problema con la realimentación de los errores de redondes

Diseño de filtros IIA

- Basados en prototipos analógicos

Filtros científicos que distribuyen los polos y ceros de la manera que dijeron estos señores

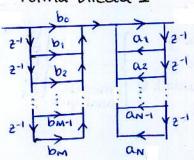
cuando el orden en "grande" N>8, MATLAB empieza a dar coeficientes malos.

- Recurrir siempre a la des composición en SOS
 - · Butterworth maximalmente plano en la banda de paso [b,a]=butter (n,wn)

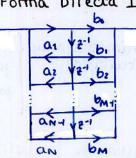
P. Bajo P. ALTO P. Banda El. Banda

butter (n, wn, 'high') butter(n, [w1, w2]) butter (n, [wi, w2], 'stop')

Forma Directa I



Forma Directa II



(second order sections) Descomposición en S.O.S.

$$H(z) = k \cdot \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + ...}{1 - \alpha_1 z^{-1} - ...} = k \cdot \frac{(z - c_1)(z - c_1^*)(z - c_2)(z - c_2)^* ...}{(z - \rho_1)(z - \rho_1^*)(z - \rho_2)(z - \rho_2)^* ...}$$

calculando las $= k \cdot H_1(z) \cdot H_2(z) \cdots$ raices de los polinomios (boroz A cerps)



si descompu-

orden, sus coeficientes

complejos (al notener

raices conj.)

y no merece La pena

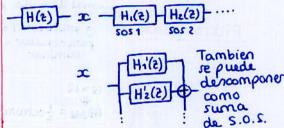
MATLAB: SOS 2ZP

siéramos en filtres de 1er

serion

si la coeficienter son reales, los polos y ceros están en pores conjugados.

Por tanto agrupando por raices conjugadas se obtienen seccioner de segundo orden con coeficientes reales



bo+b12"+b22-2 2° orden: H(z) = 1-012-1-012-2

· Chebyshev tipo I (Ap)

Equiripple panband

zp 2 sos

Caida rapida chebysher tipo II (Rs) Flat pamband Equiripple stopband

[b,a]=cheby2(n,Rs,wn)

caida no tan rapida [b,a] = cheby1(n, Rp, wn)

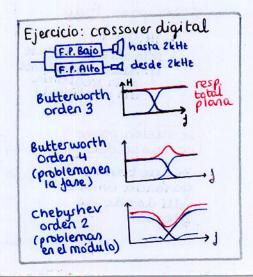
· Eliptico Equiripple panband Equiripple stopband caida mas rapida porible [b, a] = ellip(n, Rp, Rs, wn) [0,1]

- Respuesta arbitraria por mínimos cuadrados

ej: Método Yule Walker para aproximar la respuesta arbitraria por mínimar cuadrador con los coefs de que disponemos

[b,a] = yulewalk (n,j,m)

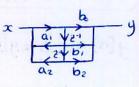
vector con la deseada



FILTROS IIR DE 2° ORDEN TÍPICOS EN AUDIO) (Paramétricos)

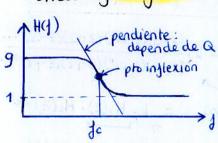
3 Parametros muy intuitivos

Filtro de 2º orden H(2) = bo+b121+ b22-2



· Filtro de Shelving

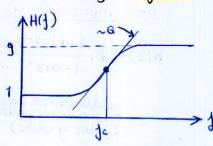
shelving de graves



shelving de agudos

bo

62



· tipico control de grover y agudos en amplificadores

mal llamada paramétricas (

Formulación (para shebring de grower) (para et de agualor cambiar Lar rignos en rojo)

modelo analógico
$$H(s) = A \frac{s^2 + \frac{1A}{Q}s + A}{As^2 + \frac{1A}{Q}s + 1}$$

transf. bilineal

Truca: s=jw comprobar en $\omega = 0 \rightarrow H = A^2 = 9$ w= 0 → H=1

modelo digital

$$b_0 = A \cdot [(A+1) - (A-1) \cos(\omega) + \beta \sin(\omega)$$

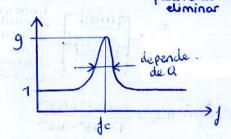
$$b_1 = + 2A [(A-1) - (A+1) \cos(\omega)$$

$$a_0$$

ai w= 2nje/js A = 16 B = TA/Q

Filtro peak

g puede ser >1 o'c1 para renaltar o



conque son de tipo parametrico, y forman los ecualis: adores parametricos Formulación:

-analógico

S=∞ → H=1 S=0 - H=1 S=j.1 - H= A2=9

eliminar tonos de marcado en

telejono (ej: reportero en directo tora sin querer una tecla)

- digital

bo = 1+aA d100 no es 1 ?! b = - 2 corw En realidad hay b2 = 1- AA todos por 1+aA a0= 1+ AA

Formulación

a1 = -2 cas w az = 1-4/A

A=19 11/1 a = sin(u)/20

Filtro de hendidura (o notch)

Caso extremo muy estrecho de filtro peak (solo ajustas fe y a)

se usa en microfono para eliminas acoples con automaticamente · eliminas tono puro eliminar 50Hz red

5:0 - H=1 a0 = 1+x bo = 1 b1 = - 2005 W a1 = - 2 COS W a2= 1-x b2 = 1

· Filtro paro todo

· 1HG)1=1

· solo alterar la fase ej: retardo dependiente de la frecuencia (sin jane lineal) para ajustas retardas en distintas frecuencias (ej: altavoz subwoofer man alejado)

· avanzado y cómplejo de usar

∡H(\) (Hg) Formulación

 $H(z) = \frac{\alpha + z - R}{2}$ 101<1 R: retardo 1+42-R

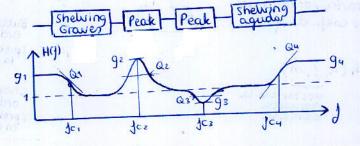
Alternativa

$$H(s) = \frac{s^2 - s/a + 1}{s^2 + s/a + 1}$$

digital: bo, bi, bz, a, az, as

se suelen poner en carcada

Ya que tienen garancia unidad alli donde no ajectar



· Respuesta de un sistema electroacustico

· Altavoces : los peores elementos

· Microjonos: hay micros "especiales para ... " lo cual indica que

ninguno es perfecto

· Amplificado res: muy bien a bajas volumenes, tecnología madura. Indistinguible uno bueno de uno muy bueno

· Filtros cross-over: separar bandas para altavoces. problemas en la frec intermedia

· cables

· Sisteman de comunicaciones

· salar de audición/grabación

cada parte tiene ru respuesta en frecuencia. la respuesta total del

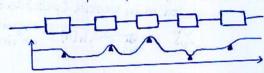
sistema no es plana Je corrige con ristemas de igualación (equal radores)

En digital muy perfector, incluso con jare.

Ecualizadores paramétricos

cancad	la de
filtros	
filtros	tricos
1	

	Shelvin	Peak	Peak	Peak	Shewin High
1.	0	0	0	0	0
9	0	Ø	0	0	. 0
Q	0	0	0	0	0

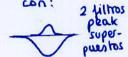


- . Suelen tener 2 a 4 etapan
- · En cada etapa se controlon les 3 parametros de, 9, Q
- Hay algoritmos que devuelver les parametres de cada etapa para ajinar una determinada respuesta en frecuencia

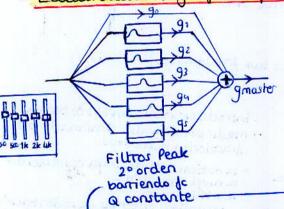
Permite afinar mas que las graficos con menor elementos con:

mayor control con menos filtres

ej: compensar:



Ecualizadores gráficos/por bandas



Q constante => anchura relativa constante ej: 1 octava, 1/3 octava, 2/3 octava projesional COMUS

· se va avanzando hacia los lados en saltor de x octavas

Obtención de las je de cada Peak

idyque pasa con los redondeos?!

. se parte de frej = 1kH2

150 define el array R80

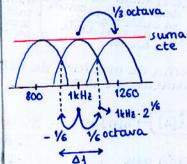
80 puntos/decada

equivale a 1/24 octavas, y sus multiplos. Menos es absurdo porque superaria la resolución del oido.)

to decada 1 octava ceros oriogiendo origines Arremes

ej: si quieres 3/3 = 16/24 octava vas cogiendo de 16 en 16

Obtención de Q: ejemplo separación 1/3 octava



 $Q = \frac{Q}{Q}$ 1kH2 1kHz · 21/6 - 1kHz · 2 todas los = 4'318 filtros

Trabajando con octavas

= freg· 2 Doct -> Doct = log2(//rej)

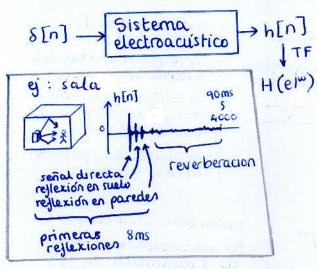
· En audio frej = 1kH2

En música frej = 440Hz = LAmedio = A4

- cada nota sucesiva es 1/12 octava



SISTEMAS ELECTROACUSTICOS INVERSIÓN DE



respuesta al impulso de un sistema electroacustica mucha información incluyendo la resp. en frec. describe completamente el comportamiento

Proporciona mucha mas información que otras técnicas

- ej: vu-meter (ledsspectrum) injector ruido rosa (misma pot en cada octava)
 - se ajusta un ecualizador hasta que todas las octavas (ofracciones) del vu-meter tienen el mumo rurel



Técnicas de medición de la respuesta al impulso

· Impulso S(t) forma mais natural muy poca energia s/w muy mala

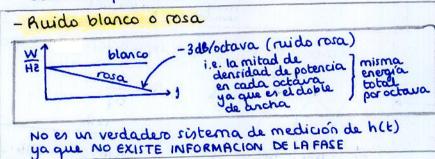
solution 1

señal explosiva delta muy bestia (petardazo) (mecánico o protecnico) requiere buena sincronización no sirve para un altavoz!

integración de pulsos

Emitir varias S(t) (normalmente filtradas paso bayo) separadas más de la duración de h(t) y sumar de forma síncrona las respuestas mejora s/N

Otras señales de excitación Deben ser espectralmente densas (componentes a todas las frecuencias)

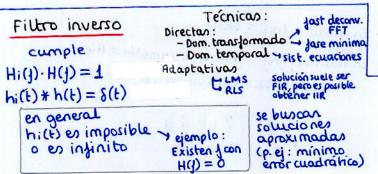


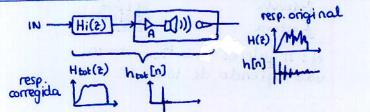
- introducir ruido en el sistema · medir potencia discriminando par fracciones octavas
- se obtiene info de baja resolución a nivel espectral
- se utiliza para ecualitar sustemas de sonontación estudiar materiales (absorción, etc)

* con f[n] > h[n] t[n] -> DUT] Utilizar señales de excitación que cumplan: $\hat{t}[n] * t[n] * h[n] = h[n]$ 8[n]

- Sweep (chirp) . de 20 a 20 kHz (lineal o logaritmico) · para h[n] largor requieren sweeps lentos
- · resultados muy precisos con for deseada - MLS (secuencia de 0's y 1's)

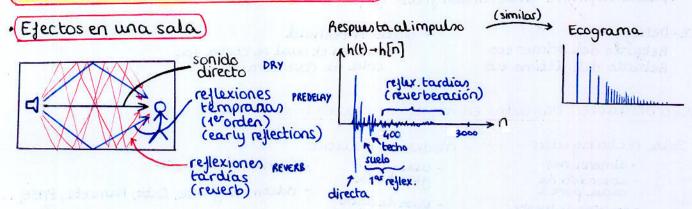
pequeño margen dinámico que evita no linealidades del DUT · son secuencias periódicas → promediar - £7 propiedades matemáticas para alta eficiencia de calcula tecnicas eliminación ruido - correlación orienda



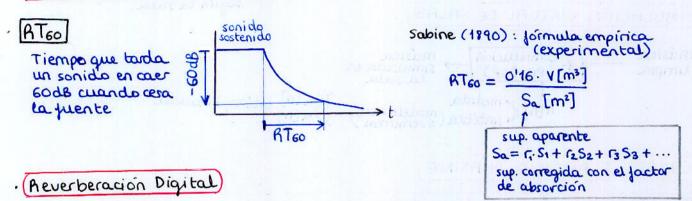


Tema 3: E{ectos Digitales

RETARDO, ECOS Y REVERBERACIÓN



Parametros de reverberación



. simular la acustica de una sala a partir de la señal limpia de un instrumento

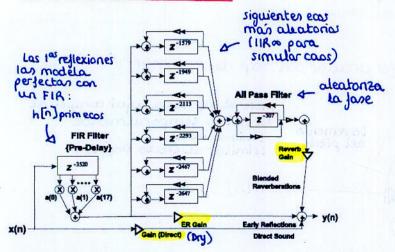
1. con una estructura o algoritmo

se toma en un extudio acondicionado acusticamente y exento de reverberación

2. Convolucionando con el h(t) de la sala

Hilbrar con (mucho coste computacional: hsala > T60 of muestras > solución: técnicas con FFT

Reverberador de Moorer



Tres controles de garancia:

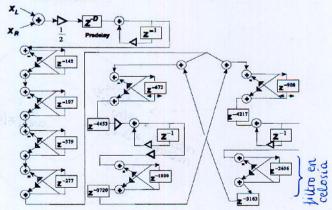
· señal limpia (Dry)

- · 105 reflexiones (Early Reflections) (predelay)
- · Reflexiones tardías (reverb)

Filtro FIR para early reflections 3520 muentras (< 10 ms)

Reverberador de Dattorro

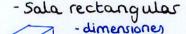
Hay tantos reverberadores como ocurrencias han habido. en la historia:



Parametros de los reverberadores

- Tiempo de reverberación RT60 (puede definirse endistintar frecs ej: por octavas, portes de octavas)
- Pre-Delay - Gate Threshold Retardo del primer eco nivel en el cual se corta la Retardo del último eco cola de reverberación

heverberadores basados en modelos reales o semireales



- absorción de cada pored
- posición de juente y micro
- Modelado acustico
 - cualquier geometria
- dependiente de la frec
- base de datos de materiales

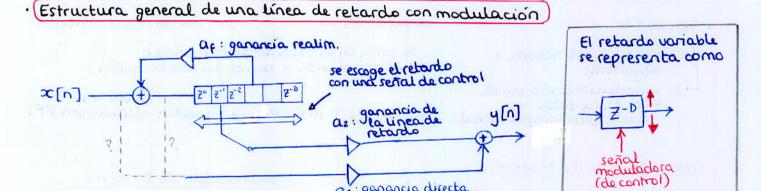
- Odeon, Raynoise, Catt, Ramsete, EASE, ...

muy bueno, tiene hasta diagramas de directividad de lor altavoces seguin la sala.

2. SIMULACIÓN VIRTUAL DE SALAS

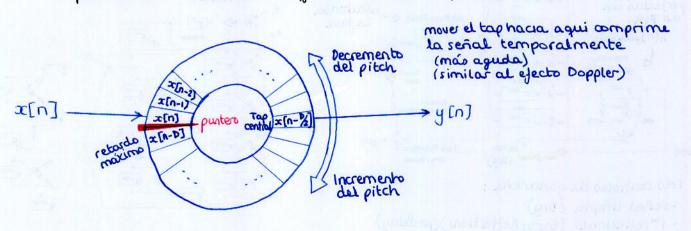


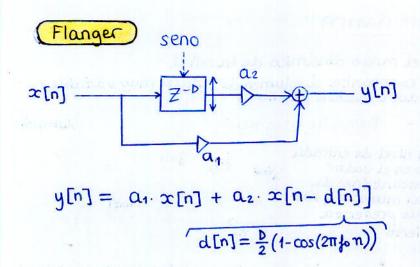
CHORUS, FLANGING, PHASING

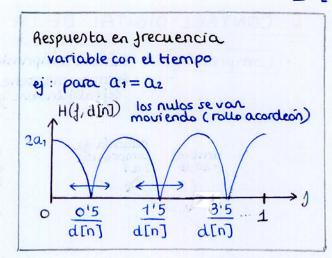


a1: ganancia directa

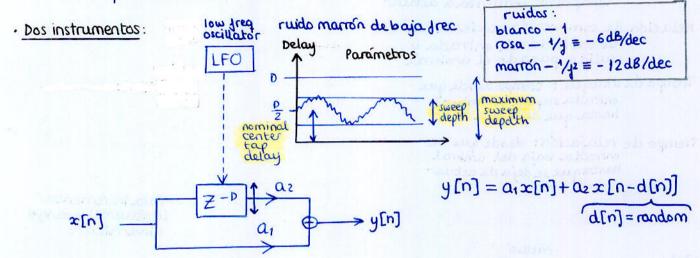
· implementación mediante buffer circular con tap deslizante





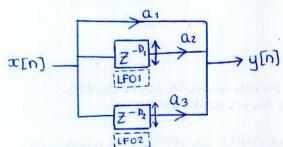


Chorus Intenta simular la presencia de más de un instrumento, para ello debe introducirle a cada copia un ligero desafinamiento

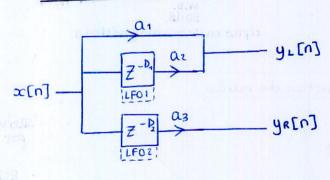


· Tres instrumentos

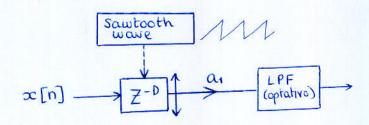
cada uno consu ruido individual



· Chorus estéreo (ejemplo)

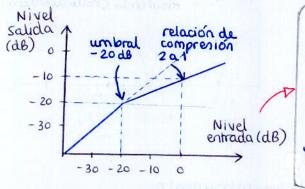


Desplazamiento de Jase



4. CONTROL DIGITAL DE LA DINÁMICA

- · (Compresión
- · Permite comprimir el rango dinámico de la señal
- · Permite mantener constante d volumen de señales muy variables (ej: alejándose y acercandose al micro)



Tiempo de integración

El nivel de entrada
no es el valor
instantaneo de
las muestras, sino
que se tiene
cierto tiempo
de integración

Vout
Vin
Vin

(le que tardas en pronunciar una vocal)

i.e. a pesor de que teóricamente es no lineal, perceptualmente no introduce distorsión

- · Umbral: volumen a partir del cual el compresor comienza a actuar
- Relación de compresión: cociente entre la variación de entrada y salida pasado el umbral
- Tiempo de ataque: tiempo desde que entrada supera el umbral hasta que se actua
- · Tiempo de relajación: desde que la entrada baja del umbral hasta que se deja de actuar

Nivel relación ∞ a 1

Nivel salida(dB)

Nivel entrada (dB)

Sistema compresor expansor

señal
entrada

ntrada
M.D.

110 dB

compresor

m.D.

salida

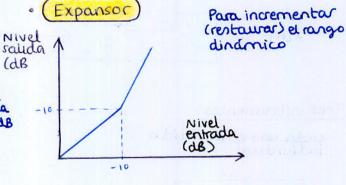
M.D.

solda

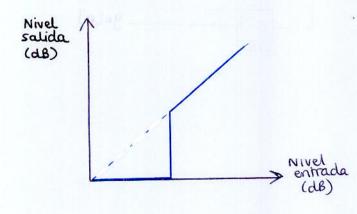
M.D.

solda

tipico en cintan mag nétican



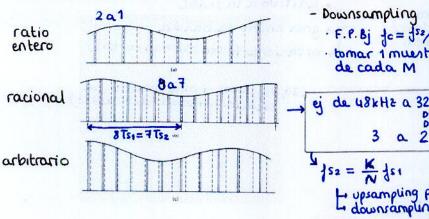
Puertas de ruido



· silencian la señal cuando se encuentra por debajo de un umbral

· Elimina el ruido de fondo <u>en ausencia</u> <u>de señal</u> (i.e. cuando nadio habla)

5. CAMBIO DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO

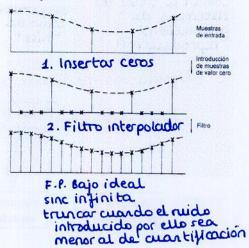


· F.P.Bj fc= 152/2 tomar 1 muestra

de 48kHz a 32kHz

Ly upsampting por K downrampting por N En ESE orden para no perder información

- uprampling



RESTAURACIÓN DIGITAL DE AUDIO

Restauración de grabaciones antiguas (disco vinilo, cinta magnética e incluso soporte digital)

Degradación = Modificación indereada en la señal de audio (como consecuencia

- Localizadas: clicks, clipping

o a continuación del proceso de grabación)

Globater: ruido (sopido, sumbido), variación del pitch (+graveo agudo), distorsión no lineal

Historia:

1877: T. Edison inventa fonógrafo (cilindro) 1885: A.G.Bell perfecciona fonógrafo - recomercializa en 1888 1902: Se inventa gramojono y discos a 78 rpm (Shellac) 1925: Se utilizan microjonos y amplificadores en grabaciones

1935 : 1º grabación estéres 1947 : se comercializa la cinta magnética

1950: dinco de vinilo a 25 rpm 1954 : comercializa cintan estereo 1958 : se comercializa discos estéreo

1982: aparace et co digital

Los más largos se suelen hamar POPS



la amplituddel click puede varior mucho

· aditivo (ej:polvo, suciedad) · sustitutivo (ej: largo arañazo)

Click = defecto de corta duración en

posiciones aleatorias

Reparación { datección entimación estimación de la seral degradada

· Detección de clicks

→ óptima: ej: filtro adaptado al click.

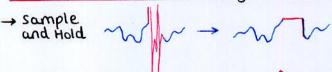
duración: 1-200 muestras a 44'1kHz

compromiso edibilidad del defecto ne distorsion al eliminarlo

→ sencilla: F.P. alto y umbral

→ basada en modelas de la señal y el ruido: matemáticamente complejo, pero mejores resultados.

· Sustitución de muestras degradadas



→ Interpolacion lineal

- Interpolación de orden superior

ej: interpolación AR de minimos cuadrados LSAR

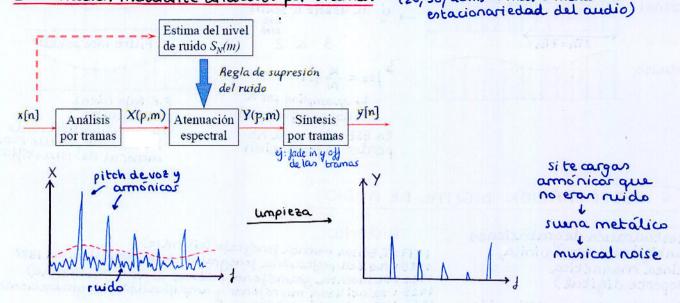
tiene en cuenta no rolo la muestra anterior y posterior sino varian anteriorei y posteriores

Asume modelo AR para la señal, modelándo la como

cual meter la reñal, y al llegar a las muestras a rellenar, ungiltro todo polos al dejas que oscile de su forma natural (estrategia de mínimos cuadrados)

→ otros: filtros de mediana, basados en transformadas, ...

Reducción de ruido de tondo aditivo a la señal común a todos los se trata como se percibe gran ancho de banda sistemas de un unico como un grabación/ ruido estacionario (entramas cortas) "hiss" reproducción · Eliminación mediante análisis por tramas (20, 30, 40ms - mais o menos la



Restauración de clipping

Clipping: Evando en una grabación se supera el margen dinámico del converor y se recortar los picos de la señal.

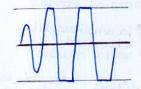
Especialmente grave en digital ya que seguridad HEAD ROOM al grabar) es un corte puro.

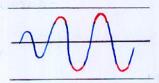
- se detectar puntos de dip

→ se reduce el volumen de la señal

→ se interpola la señal en esos puntos · métodos LPC (filtro todopolos, dejarlo oscilos)

· métodos en la frecuencia





Formatos de Grabación y dijurión de Audio Digital

Compact Disc (CD)

· Invención del CD

1969: Philips trabaja en laser-disc

70s: se perfecciona

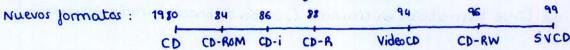
1978: sony y Philips proponen características iniciales

producto adoptado por todos, tosa que no ocurre ahora con) HD DVB 1980: se présenta el estándar - 10 adoptar 25 jabricantes (

1982: Primer Lector de CD al mercado (Europeo: Phillips

Japonés: Sony

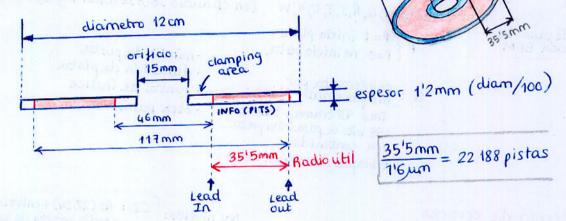
1983-84: Triunfo instantaneo (1M lectores y 17M discos)



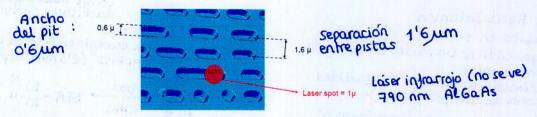
74 minutos:

inicialmente 10cm - 60 minutos 9°sinjonia de Beethoven -> >70 minutos 12 cm - 74 minutos se para a

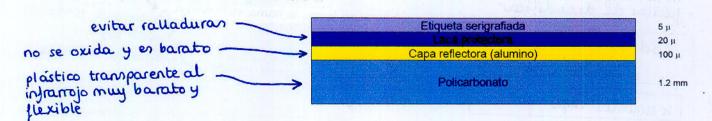
· medidas mecanicas



Pits de datos

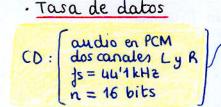


· Estructura de capar



Datos curiosos del CD: · 22188 pistas (600 pistas cada mm) · unas 2000 millaries de pits · pista espiral ~ 5'6 km

a



tasa binaria.

1411200 bit/s

(corrección errores
(sincronización
(modulación
tasa bruta

aprox. el briple

4 321 800 bit/s

velocidad de giro

patos para lectura a 1X
(reproducción de música)

vel. lineal cte: 1'2m/s

Vel. angular [200 rpm (ext)
500 rpm (int)

· (Codificación)

· codigos de corrección de errores CIRC (Reed-Solamon)

· palabras de subcodigo y sincronización

co'digar de modulación EFM

Los datos de CD se formatear en tramas (sección reconocible más pequeña)

Estructura de la trama

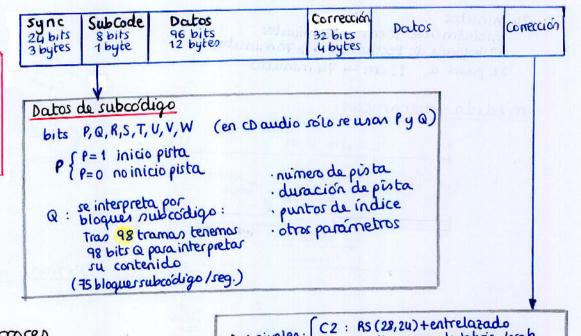
298 bits

192 útiles → 12 muert
audio

x3'06

(6L y 6R)

588 bits de canal tras
modulación EFM



Dos niveles:

Corrección de errores

CIRC: cross Interleave Reed Solomon Code

· códigos Reed Solomon

- propuentos en 1960 - códigos ciclicas basadas en división de polinomios (relacionado con trabajos de Euclides

y teoria de campos finitos de Galois)

- códigos perfectos (añaden mínimo no de símbolar necesarios para cierto nivel de corrección)

- no se malgasta ningun bit - jaciles de decodificar

código RS (n, k)

n símbolas (palabra código)

k símbolas (info)

Corrigen cualquier error de hasta n-k símbolos

(normalmente simbolo = byte)

C1: RS(32,28) + entrelazado
corrije ralladuras / huellas
dactilares / polvo/marchas

Al final permite corregir errores de rafaga
de hasta 3874 bits (2'5 mm de pista)

CD nuevode tras
Jabrica
Jabrica
BER~10-5
BER~10-11

Fases de CIRC:
192 bits (24 bytes) de datos
PRS(28,24)

Dentrelazado 109 tramas

corrije errores de jabric./grab.

forma la trama vista.

JAS (32,28)

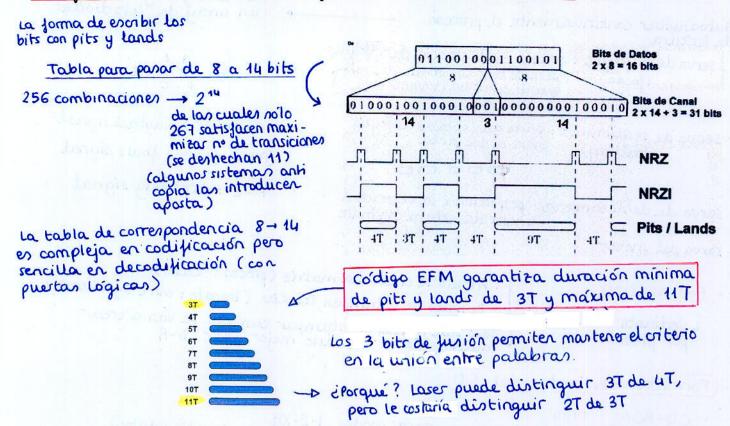
Lariba (2ubyterdator)

(8byter correction)

Lariba (2byterdator)

(8byter correction)

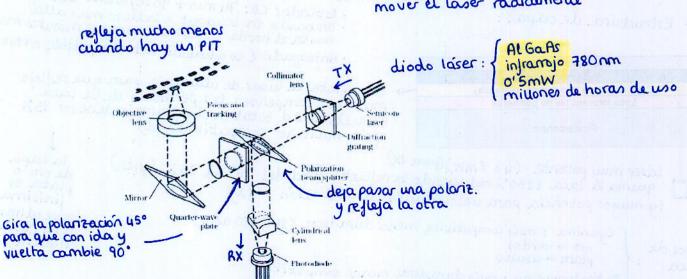
Los códigos A-S se usan también en: CD, DVD, XDSL, TV digital, discos duros, RAID, com. móviles (GSM, RCS...), telejonía inalámbrica, códigos de barras, sondas espaciales (voyager, mariner, Mars Lander)



Además; EFM jittrado paso alto puede ser utilizado por los servos de enfoque y seguimiento.

. (Sistema óptico





· <u>Servocircuitos</u>	se consique gracian a
Autogiustar continuamente el proceso de lectura	se consigue gracian a un array de fotodiodes
servo de enfoque : ajusta la distancia ((focus) (pocus) que al girar van vario distancia	indo la f
· servo de sequimiento: para que el laser (tracking) bien a la piota	enfoque A+B+C+D: playback signal
(tracking) blen a de porte	(a+c)-(a+n): lows signal
• ••••	
- servo de denli Eamiento: proporciona la vi lineal de l'ectura	
servo del motor	79 Abreat Last As applying as
· Fabricación (. Primero se c	estampan los CDs (barato: entre 3 y 10 cent.)
Mediante estampación Sólo sale ren por presión muchos, de	Itable estampar cuando se van a crear Lo contrario mejor usar CD-R
· (Formatos derivados del CD)	
- almacenarrie to accomme	os modos 1-2-XA Los multisesión y mixtos (audio + datos)
	sin la protección EDC/ ECC
- caben 682 000 000 bytes en bloques de 2048	EDC/ ECC
(Magos butes que el audio debido	1000
a contection additional as	· CD-i 1986
embrer EDC/ECC: convolutional code) (en total 3 niveles de protección)	- co multimedia interactivo que tuvo poco exito
· CD-R 1988	The so migutos
- disco tipo write once read many	-> CD-R de 80 minutos
- disco tipo divite dite.	· Idea de TDK · Exprime las tolerancias del estándar ej 1/8 m± 48 · Exprime las tolerancias del estándar ej 1/8 m± 48
- solo se puede escribir una vez (aunque se puede por sesiones)	· Exprime las tolerancias out on y menor · menor reparación entre pistas y menor velocidad de lectura 650 Mb → 703 Mb · requieren buen lector) 74 min → 80 min
- totalmente compatible con lectores	(requieren buen lector) 74 min - 30 min
de CD antiquios	- CD-R overburning
- Estructura de capas:	Grabando en readout e induso más atta
Etiqueta serigrafiada	· Amengatas (Comment
Capa reflectora (oro ó plata coloreada) Laca fotosensible de polimeros Policarbonato	oro o plata en lugar de aluminio, para que refleje más y se compensen las pérdidas de la laca (reflectividad total en el infrarrojo debe ser 75%
	paid intolering
Láser muy potente (40 8 mW)(para 1X) quema la laca (250°) reduciendo la r (y mayor potencia para velocidades	eflectividad del 75% al 25% (pits) de grabación > 1x) la capa de oro o plata en finísima
Cyanina: mas compatibles, meno	de un CD SIA
Tipos de oro - verdes laca : plata - azules	etiqueta)
Ph thalocyanina: mas duraders,	menos compatibles
lleura una landidum espiral pregrabada para	repara las pistas y quiar al láver de escritura
moral will vierous orpital by and and and	

nuevo estandar

· permite reescrituras (más de 1000 veces)

· reflectividad mucho menor (25%) -> solo compatible con lectores de CD multi-read



capa regrabable (aleación de metales raros plata+indio+antimonio+teluro) con protección dielectrica por ambor ladas

- Derretir aleación a 500°-700° (láser 8-14mW) PIT al revitrificar se vuelve amorfa

- calentar a 200° y dejar enfriar lentamente, re vuelve al entado cristalino

Técnica: Running Optical Power Calibration - utilizar potencias adecuadas y comje contaminaciones de superficie como huellas

2. Minidisc

Sony : 1992

Intención: mismas características que

el CD (74 min) pero:

- mais pequeño - regrabable

- durabilidad (carcana)

- inmune a galpes (memoria) - manejable

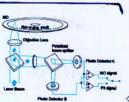
D Formato de compresión con pérdidas Algoritmo ATRAC - 5:1 - psicoacistica (soto caben 150MB)

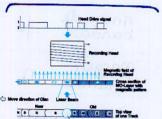
Dos formator:

- sólo lectura (premanterizado)

- Regrabable (magneto-optico)

Lectura





Escritura

DAT (Digital Audio Tape)

- Grabación digital en cinta magnética
- · Mas pequeño que un cassette
- · Utiliza grabación helicoidal



Tara de datos

1s = 44'1kHz o' 48kHz (o' 32kHz LP) (o 12 LP) Nbits = 16 bits

Duración = 120 min 2 canales (Ly R)

mejor que CD

(doble en LP)

grabación acimutal con cabezal rotatorio (similar a los videos) (2000 rpm)
(angulo 6)

- 73 x 54 x 10'5 mm

ancho de cinta: 8mm

velocidad escritura en cinta 8'15 mm/s

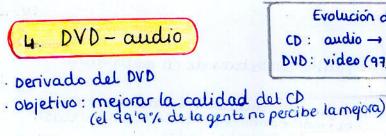
ángulo de las pistas 23'5°

Código de modulación

8 bits - 10 bits

· optimizado para grabación acimutal · Adecuado para diajonia entre pistas No se permiter mas de 3 ceros seguidos para no perder el sincronismo

Sólo existen 153 modelos de las 210 posibles palabras que cumpler eso, así que las 103 que faltas (para un total de 28) se calcular para suma cero.



Evolución distinta al CD CD: audio - datos - video

DVD: video (97) - datos - audro (2000)

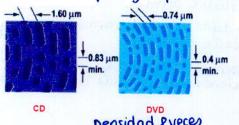
en un DVD hay 2 carpetas · VIDEO-TS (transport stream)

· AUDIO_TS (cada tipo de DVD tiene una u otra vacía)

· mismo diametro y grovor que el CD menores pits y separación entre pistas

Tiene 4 formatos

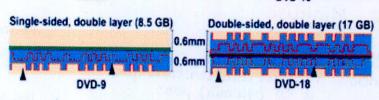
serigratia (poco exito comercial)



pensidad & veces superior

Laser: 650 nm

Single-sided, single layer (4.7 GB)		Double-sided, single layer (9.4 GB)	
	0.6mm	Double-sided, single layer (9.4 GB)	11/200
	0.6mm	-pre-moreour	1 200
DVD-5		DVD-10	



· Calidad del audio

Subs	trate



Reflective layer

anudhosa i	CD	DVD Audio
Ancho de de banda de	uu'1kHz	44'1kHz - 88'2kHz - 176'4kHz (múltiplordel CD) 48 kHz - 96 kHz - 192kHz (múltiplos del DAT)
Margen n	16 bits	12 - 16 - 20 - 24 bits
N° de canales	2	2 - 5.1 (pero solo en AC3)
compressión	sin compr.	Compresión sin pérdidas { catidad uu'tkHz : 2a1 MLP Actor de compr: { catidad qckHz : 4a1 pactor de compr : { catidad qckHz : 4a1 por pactor de compr : { catidad qckHz : 4a1

admite también no compressión (PCM) o compresión con pérdidas (Dolby Digital - AC3)

FPP1 → DVD-R

· Laca jotosensible similar a CD-R · Inicialmente 319568, hoy ya u'7GB como los estandar

- DVD-RW 1999

· capa cambio de Jane similar a CDRW · Pensado inicialmente para

grabadoras de video

1000 reescrituras

- DVD+RW

A perar de que sony y phillips son miembros fundadores del consorcio DVD, presentaron ru propio formato RW · misma tecnologia cambio de Jase

· Unica ventaja (sólo util en grabadoras de video): no hace jalta cerror resion (orientado a sustituir VHS)

→ DVD-RAM 1998

· regrabables tecnología de cambio de fase + relieve pits

· inicialmente 2'768 por cara, ahora 4'768

· protegidos en cartucho (futuras versiones no)

· 100 000 reescrituras

posterior al+RW - DVD+R

Grabable una sola vez Unico propórito: competir con DVD-R

F DAD + Q DAD - 3

· tecnologías equiparadas · mísmo precio · grabadoros multiformato

→ DVD laser azul

HD-DVD (Toshiba) Blue Ray (Sony-Phillips) · capacidad de 20GB por cara

· usos: HPTV y ordenadores

· Previstos grabables y regrabables

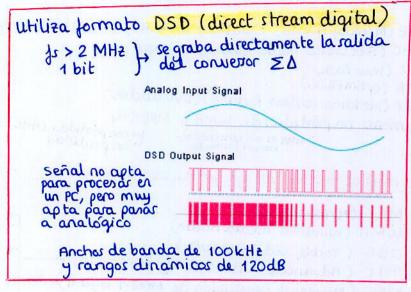
No previsto para audio

5. Super Audio CD

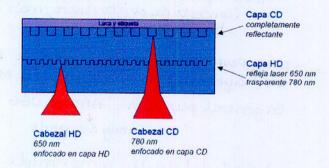
- Phillips y sony . 1999
 - compite en calidad con el DVD-audio
 - señal DSD entéreo o 5.1
 - Admite texto & graficos
 - · Soporte
- Mismo diametro y grosor que CD PIT mínimo: O'um J. similar al separ. pistar: 0'83 um (poco peor)
- Laser 650 nm (rojo)

Tres formatos:

- simple capa 4'7GB (110 minutos)
- · Doble Capa 8'56B (200 minutos)
- · Hibrido 4'7GB + 780MB compatible CD -
- · Reproductores
- : Anticopia : sacan la señal solo en analógico o en digital de 16 bits



Super Audio CD hibrido I Permite leer en reproductores de CD! (PCM)



6. Dual Disc

consorcio DVD para competir con el SACD

Sony y Phillips aprovechan que se sale de las especificaciones del libro rojo del CD para no autorizar la marca como CD Es CD por una cara y DVD por la otra

· Teóricamente tendría grosor 1'2+0'6 mm, pero darra problemas para el anclaje en reproductores

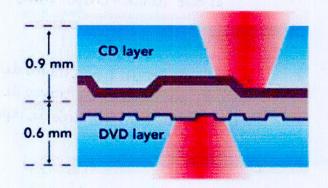
· se reduce cara del CD a 0'9 mm

+ Grosor total 1'5mm → No suele haber problemas

+ se alargan los PIT de la cara CD para evitar

problemas de enfoque, reduciendo la

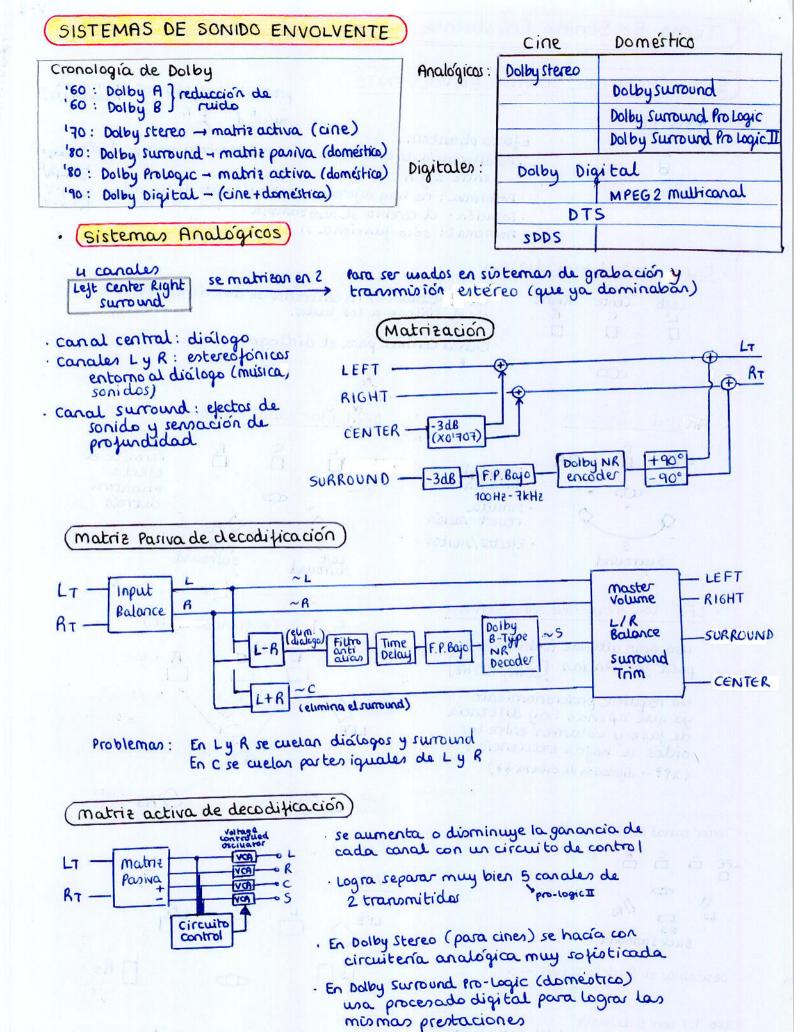
duración a 60 minutos



bits original Internet Audio Tasa compresión = bits comprim. + sin perdidan: - 16 bits 44'16Hz - b tanan ~ 2 internet/ Informatica - 24 bit 96 kHz - tasas ~4 → Con pérdidas : - tasas de 4 a 25 Formatos de audio sin pérdidas · APE (Monkey Audio): gratuito (no libre), va muy bien, plugins para ON-THE-FLY] los mas Jamosas · FLAC (Free Lossless Audio Coding): GNU · WV (War Pack) OFR (OPTIM FROG) ticon pérdidas (AAC o sintesis en receptor (pasamétrico)) MLP (Meridian Lossless Packing) (DVD audio) · versiones sin pérdidas de WMA y MPEG-4 WMA es un contenedor, Formatos de audio con pérdidas LC-AAC : basico > 128 kbps (ej: i Tunes) · MP3 (MPEG-1 layer III) · WMA (Windows media Audio) HE-AAC : 64 kbps · OGG (Vorbis, código abierto) Tecnica SBR AAC (Advanced Audio Coding) (MPEG-2-4) -(spectral Band Replica) - MPC (Musepack: evolución de MPEG-1 layer 11, sin DCT) (parametriza altar frec) RA (Real audio, orientado a streaming, bajatasa) HE-AACV2: 32kbps ps+ser MPEG-4, Layers de codific+sintesis+MM (Parametric Steres) (concepto de objeto ronoro, mais alla de www.codingtechnologies.com la compresión) compressiones juertes del orden de 1:12 · La mayoría permite ajustar (ej MP3: 92, 128, 160, 192, 256, ... kbps) . OGG y MPC son libres AAC > OGG > MP3 En general puntian muy avanzado Calidad del audio comprimido s-tasa de compresión - entandar que usemos Calidad depende de l-software de compresión que usemos · Difícil comparar calidades ya que cada codec está pensado para una tasa Ademas los codecs se van actualizando con mejoradas versiones Geeks de los codecs: Método de comparación: www. hydrogenaudio.com MUSHRA (de la ITU-R) (evolución del MOS) Evaluaciones subjetivas de la calidad Es test doble-ciego (ABX) (se usa archivo techo y suelo)
highanchor-low anchor Streaming en internet · PLS de SHOUTCAST (através de Winamp; usa MP3) (Playlist) · ASX de microroft (a traves de W. Media Player; una WMA) · RA Real Audio (a través de reproductor Real Audio, usando compresión RA)

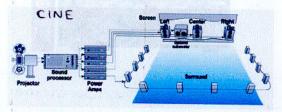
The state of the s		CALLS OF SHIP ON THE LAND OF THE PARTY.
Toma 5-	Socida	Envolvente
Jeina J.	30.11000	2.10000 -100

EVOLUCIÓN DEL SONIDO ENVO	potenciónetro PAN-POT (Panorama Potenciónetro)
lest Right entre L Problema:	com: a de volumen el cerebro interpreta una posición =+40
· Canal central para diálogo	zur der zum 1 ger geranten aus der Stillenen ge
그 아들이 내려 보면 이 경에 들어 내려야 됐다는데 그리는 바로 나를 하는데 살아왔다면서 들어갔다.	citadores no centradas se desorientabas al alogo a las ladas.
Canal	entral para el dialogo
. Canal surround	· Desdoblar canal surround
LOBO Liena el ambiente simula reverberación surround	C B Permite el ejecto phantom detraís
· LFE: low frequency enhancement usa gran altavoz (subwoojer)	5.1 (estandar ITU)
para frecuencias [20Hz, 120Hz] No requiere posicionomiento ya que apenas hay diferencia de fase y volumes entre los oidos a bajas frecuencias (244 - difracción de cabeza 44)	Low Freq. Enhanc. LFE 110°
	surround Ls Rs Aight surround
Tercer canal de surround LFE = 6 6.1 DRS Back surround Desdoblar et Back surround -> 7.1	7.1 LFE C R LS R Rs
Otro 7.1 con 5 delante (a) (a) (b) (b) (b) (c) (mairiz de compatible (del compatible) (mairiz de compatible)	Lett Right



Dolby Stereo

- · Primer sistema envolvente para cines
- · pomino el mercado
- matriz activa de decodificación (analógica y sofishicada)



Dolby swround

- . Doméstico
- . matriz Pasiva

Dolby Surround Pro-Logic

· Doméstico

· Matriz activa digital (mismas prestaciones que Polby stero) · Control automático del balance de entrade

Test secuencial con ruido y ajustes de nivel para balancear los canales

· modos de canal central { Normal Phantom Wide Mode

Dolby Swround Pro-Logic II

- un regundo canal de rimourd

- Permite reproducir grabaciones estéres (suponiendo)

- Han añadido modos (3/2, 2/2)

- La matriz activa funciona bien a cualquier frecuencia (surround no limitado a 7kHz)

· (Sisteman Digitalen

5.1 AC3

- 5.1 canales totalmente independientes

→ Canal de graves direccionable (si no tienes subwoofer la theras a Ly R que son los más grandes)

→ Rango dinámico variable (permite definir el volumen para poder aprovechar todar los bits en escenas silenciosas)

- Normalización de dialogos

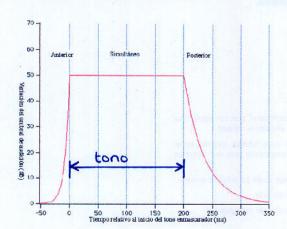
→ Tasa variable

Dolby AC3 (audio coding 3)

· Codificación sub-banda

Algoritmo de codificación

- · 6 canales como entidad única
- · Variación de la revolución temporal (evitar preecos) y frecuencial (menos Hz/coeficiente al hacer FFT para un análisis expectral mejor) excegiendo entre 3 anchos de ventana
 - · modelos psicoacuísticos
- · Enmascaramiento temporal



El compresor puede evolucionar para incluir nuevos modelas psicacusticas

El decodificador, por contra, es siempre el mísmo (sencillo)

codificación

asimétrica

Diferentes taxan de bit
32 kbps (monocanal)
192 kbps (estéreo)
384 kbps (5.1.) tipico en cine DVD (10 a 1)

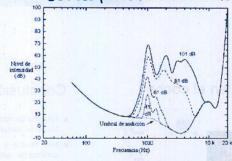
640kbps (ane 35mm) (801) (+ 1. 240Hz. 16) canal LFE describble

[-32000, 32000] · A

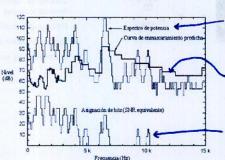
Compression = $\frac{5 \cdot 48000 \, \text{Hz} \cdot 16 \, \text{bits}}{384 \, \text{kbps}} = 10 \, \text{a} \, 1$

· Enmancaramiento frecuencial

curva para tonos de 1kHz



se indica como
queda el umbral
de audición
humano en
presencia de tonos
de 1kHz de
distintas
potencias



codificador ha hecho la FFT del audio truncando con ventana (3 posibles duraciones)

psicoacustico

asigna máso menos bits donde rear necesorias · Usos de Dolby Digital

. HDTV : estándar multicar al de la Grand Alliance (USA)

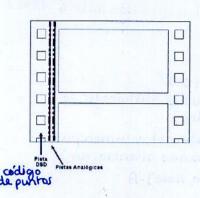
. TV Digital por cable (USA)

· Laser Disc : sustituye una de las pistas FM analógicas por trama Dolby Digital

. DVD : salida digital para descodificador AC-3 -

cine

La banda sonora Dolby Digital segraba entre los agujeros de arrastre





Descodificador AC3 doméstico interfaz SPDIF - se denominan receptores A/V

DVB-S (satélite) DVB-T (TDT)

DVB-C (cable)

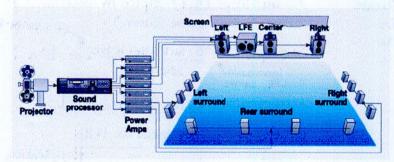


DOLBY DIGITAL SURROUND + EX

compatible hacia atras

- Añade un tercer canal travero 6.1

- Compatible hacia atrás (bolby Digital no tenía previsto ningun canal adicional por lo que ne hace una chapucilla: matrización digital metiendo el sexto canal en 15 y Ro con ±90°)



Dolby Digital en el coche



Conclusión

- Sistema de codificación multicanal, que consigue altas tasas de compresión con excelente calidad.
- Muy flexible y preparado para futuras mejoras en el codificador totalmente compatibles con los actuales descodificadores.
- Equipos domésticos de bajo coste para home-cinema.
- Gran aceptación en salas de cine
- El estándar de sonido envolvente más popular.

MPEG 2 MULTICANAL

7.1 (5 delante)

configuración:

- .1/0 → 1 conal (C)
- · 2/0 -> 2 canales (estéres)(LyR)
- ·3/0 3 canales (L,R,C)
- · 3/1 4 canales (L, R, Cy surround)
- ·3/2 5 canales (L, R, C, Ls, Rs)
- · 5/2 7 canales (L, Lc, C, Rc, R, Ls, Rs)

mode Backward Compatible

Evolución de las normas MPEG

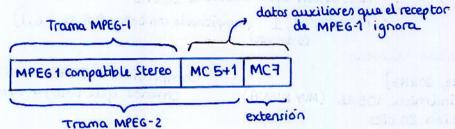
- · MPEG-1 (mono, estereo, dual, joint stereo)
 - · Layer 1 384 kb/s 4:1
 - · Layer-11 192 kb/s 8:1
 - · Layer-III 128 kb/s 12:1 (mp3)

. MPEG-2 (multicanal)

- · BC (backwards compatible)
- · AAC (advanced audio coding)

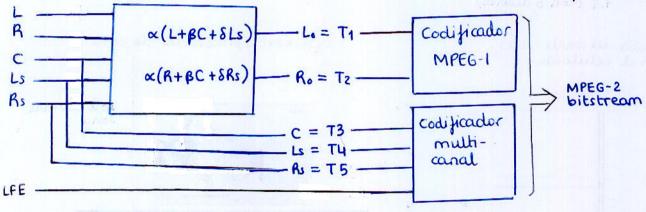
comprime mucho e introduce muchos canales

· Objetivo : sonido envolvente en trama MPEG-1 estéres

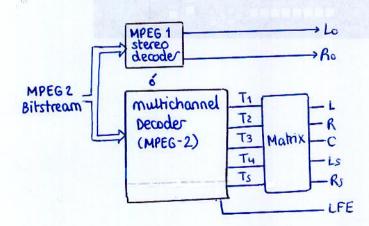


· matrices de compatibilidad totalmente invertibles

 $\alpha = \frac{1}{1+\sqrt{2}}$ $\beta = \delta = \sqrt{2}$



Decodificación:



compatibilidad con Surround Pro Logic

se puede transportar bolby surround Prologic en los canales Lo y Ro.

Util para obtener L,C,RyS a partir de Lo y Ro si no disponemos de decodificador MPEG-2 pero si de Pro-Logic

(En general Pro-logic es compatible con cualquier sistema estéreo)

MPEG 2-4 Advanced Audio Coding (AAC)

(del grupo de trabajo MPEG-2 y -4)
extensión acc y mp4

Tasas de compresión muy elevadas

- · Estéreo hanta 24 kbls (AACplus)
- · 5.1 hasta 128 kb/s

Tiene 3 perfiles

- · L-AAC
- · HE-AAC con SBR (spectral Band)
- · HE-AACV2 (AACPLLL)

con SBR con PS (Paramebric Steres)

SONY DYNAMIC DIGITAL SOUND) (SDDS)

Sony, 7.1, cines

7.1 (5 delante)

- · Para salas de cine
- · Creado por sony
- · codificación ATRAC
- · Resolución equivalente a 20 bits
- Permite 7.1 (compitiendo con bolby DS $Ex \rightarrow 6.1$)
 (5 delante)

características técnicas:

de [5Hz, 20kHz]
Gama dinámica 105dB
Aesolución 20 bits

compressión ATRAC de 5 a 1 (menos que Dolby - se oye mejor)

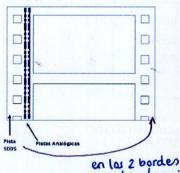
conjiguraciones:

5.1

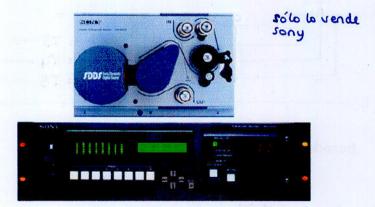
interpolable a 4, 4.1, 5, 5.1, 6, 7.1

7.1 (con 5 delante)

fosición del sonido SDDS en el celuloide: cabetal y procesador de cine



por redundancia (ya que se pueden dañar facilmente)



características del CAC

1 a 8 canales de audio multiplexado

mode de codificación sin pérdidas

y R codificados matricialmente control de gama dinámica

modo de decodificación de PCM linea:

reecualización independiente de cada señal sincronización con fuentes de vídeo externas

fs desde 8 KHz a 192 KHz

(Coherent Acustics Coding)

resoluciones de muestreo entre 16 y 24 bits (138 dB)

velocidades de transferencia entre 32 Kps y 4096 Kbps

mezcla de n canales codificados en n-1, n-2, n-3, ... de salida

mezcla de 5.1 canales discretos en dos canales esterofónicos

disponibilidad de marcas de tiempo y datos de usuario

relaciones de compresión desde 1:1 hasta 40:1

DIGITAL THEATER SYSTEM (DTS)

origen:

1993. Terry beard.
Codificación CAC
Se populariza con
"farque Turassió"
Ante el e'xito, motorola creó
un chip barato para uso
do méstico (a la vez
Dolby Digital y DTS)

Almacenamiento:

En el celuloide se introduce sincronismo (código SMTP) y aparte se da un CD



Cédigo de tiempos para DTS

= 80min x 3



Características

· configuraciones

5.1 (3/2 = R,L,C,R,Ls)
6.1 (4/2) cuatro canales
(ES) delanteros!
(dendobla C)

· Rango dinámico brutal 145 dB

JE [20Hz, 20kHz] JS=44'1kHz

· compresión 3:1 (la mejor calidad)

· Tana: 240 kbps/canal → 1'4Mbps los 6 canales tasa del CD

· DTS en películar en DVD Peli DVD Polby Digital es obligado 4 DTS es opcional se aumenta compresión a 5:1 (tasa binaria 6 canales 768 kbps) (algunos DVD musica dásica mantienen la tasa original) Música DTS en CD ruido AUDIO Lector CD Receptor A/V estandar SPDIF (Decodificador DTS) calidad > Dolby + Amplificador similar a CD

· DTS-ES permite 6.1 con 3 (el DTS se pensó para 6.1 con 4)
canales traveros (delanteros y 2 traveros)

(star wars episodio I)

. DTS-ES 6.1 Matrix: 3º canal travero matrizado → legible en decodificador 5.1

· DTS-ES 6.1 Discrete: se añade 3º canal sin matritar

THX

Tom Limson Holman experience

No es un sistema de sonido envolvente sino un conjunto de normas para salas de cine:

- proyectores -amplificadores

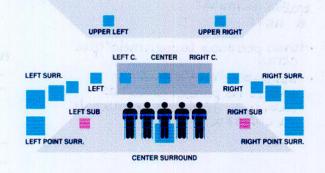
- cajás ácusticas - acustica de la sala que garantizan la calidad.

El cine debe pagar a ésta empresa privada para que la sala esté certificada con THX

SISTEMA 10.2

Intenta añadir al suround efecto de elevación, añadiendo dos altavoces elevados

peramoliado por Tombison Holman



SONIDO 3D

Sonido surround

· Apto para cine (ejectos, travelling, ambiente, sustas)

· Interesante en música (ambiente, reverberación,...)

· Desventajas:

- Posición de escucha

- Mala localización de sonidos

- Poca flexibilidad (pon N attavoces en X,Y,Z) vs. Sonido 3D

verdadera sensación de inmersión acústica

· sintetiza el campo acústico de manera fiel

· Cambia el concepto de canal por el de FUENTE VIRTUAL (flexible: da igual el noy posición de los altavoces)

Localización 3D de sonidos por el sistema auditivo

Localización en el plano horizontal (precisión frontal 1~2°) • ITD: diferencia de trempo interaural

 $1TD = \frac{C}{C}(\theta + sen \theta)$ ambiguiedad en $\theta > \pi/2$

misma ITD

• 11D : diferencia de intersidad interaural Por el ejecto de sombra de la cabeza Para & 1'5kHz

(a frequencias mayores la dif. de caminos es > 2/2 y hay ambigüedad)

Cuando la ITD deja de ser ejectiva, el cerebro pasa a 11D que comienza a ser cefectiva

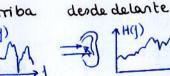
Para 1 > 1'5 kH2

(a menorer frecuencias

no hay efecto sombra)

rocalización

desde arriba



El cerebro aprende (no innato) a distinguir la elevación por los microrebotes en los pliegues de la oreja y hombro

Head Related Transfer Function HRTF $(\phi, \theta, 1)$ Head Related Impulse Response HRIR (ϕ, θ, t) En la practica no son simétricas para ambos oidos y son distintos para cada perso na.

REPRODUCCIÓN BINAURAL



· unas personas boyenmejorque

· 'Inside-the-head' effect sonidas no parecen externas debido a distintas formas de la cabeza

WAVE-FIELD SYNTHESIS

El frente de ondar se reconstruye fielmente por el array de altavoces (Principio de Huygens)

· Simplificación 2D del principio de Huygens

 Gran extensión del área útil de escucha
 (en toda la sala se percibe la posición de la fuente)

Fuente Primaria

Primary Source

Arronda da altoroce

Fuentes secundarias

Aplicaciones:

- Telepresencia - Realidad Virtual

- Música de alto realismo (ej: captada en un auditorio y reproducida en otro)

- Planetarios, unes IMAX

- cine convencional (largo plazo)

- poméstico (muy largo plato)

Tema 6. Edición Digital e Interfaces de Audio Digital

1. VENTAJAS DE LA EDICIÓN DIGITAL

- · BITS: Libertad para almacenar los datos en cualquier medio digital (HD, CD, DVD, FD, tarj. Flash,...)
- · Acceso aleatorio: Edición aleatoria en cualquier punto, sin perder el tiempo en rebobinar cintas.
- Regeneración: Calidad constante en el proceso, no existe deterioro de la señal por manipulaciones o grabaciones múltiples.
- Software Posibilidad de utilizar por software cualquier algoritmo de filtrado, efectos o procesado de señales
- Ordenador El ordenador es una herramienta barata comparada con otros equipos de audio. ordenadores dedicador a la edición Además, para cuantas más cosas la usemos más la amortizamos. de audio

Digital Audio Workstations

2. EDICIÓN POR ORDENADOR

· Elementos para la edición digital

- Ordenador
 - Potente para permitir efectos en tiempo real
 - Bastante capacidad de disco duro
- Tarjeta de sonido
- Superficies de control
- Software de edición
 - Con capacidad multipista
 - Con posibilidad de aceptar plugins
- - □ Pequeños módulos de software que implementan efectos de sonido
- Grabadora de CD's (opcional)
 - Permite la difusión del master final

Programas de edición de audio

MONOPISTA

- procesar o editar una unica pista (añadir ejectos)
 - · Steinberg Wavelab
 - · Sound Forge

MULTIPISTA

- varias pistas (s,M,R: solo, Mute, Record)
 - ej: . Adobe Audition
 - · Steinberg Cubare) ignal pero permite sinc. con video. Steinberg Nuendo

 - · Logic Audio
 - · cakewalk sonor
 - · Pro-Tools el más projesional (usado en estudios)

- sólo para sus tarjetas de audio (HW propietario)

- o tarjetar de menor coste MAUDIO (compró la compañía hace poco)

Plugins - Ampliar ejector de sonido de los programas

- Diferentes estandares de plugins

□ VST

- Estandarizado por Steinberg
- Principal compañía de software de audio
- Para Windows y para MacOS
- http://www.steinberg.net

□ DirectX

- Estandarizado por Microsoft
- Exclusivo del sistema operativo Windows
- http://www.microsoft.com/windows/directx/

RTAS

- Estandarizado por Digidesign
- Exclusivo de Pro-Tools
- http://www.digidesign.com



· Ordenador para la DAW

- Arquitectura
 - □ PC Intel/AMD
 - Apple Mac
- Sistema Operativo
 - Windows XP (el más usado)
 - Mac OS X (capa de interface de usuario sobre Linux)
 - Linux (pobre en aplicaciones de audio)
- Factores que contribuyen a la Estabilidad de la DAW
 - Modelos fijos (Apple Mac)
 - PC de marca
 - PC clónico con elementos de calidad
 - Instalar sólo el software necesario
- Factores que determinan la Potencia
 - Modelo de CPU
 - Dual Core (Doble capacidad de proceso) / Quad Core
 - Hyper-Threading (25% más de capacidad de proceso)
 - Frecuencia de reloj (4 GHz actualmente)
 - Biprocesador (dos CPU en la misma placa madre)
- Otro factores
 - Memoria del sistema (1 GB suele ser suficiente)
 - Disco Duro (adecuado al tamaño de los archivos a editar y si hay video asociado)

kvraudio.com < repositorio de plugins

Todo el mercado de ejectos va apuntado a los plugins (ej: empresa Weiss se dedica exclusivamente a hacer plugins)

3. HARDWARE DE AUDIO EN PC

Tarjetas de sonido

SUBSISTEMAS:

- → Dispositivo de ondas
 - · trabaja con muestras digitales
 - · basado en conversores A/D, D/A
 - no canale in/out · Parametros | 15 maxima n bits
- → Sintetizador MIDI
 - · instrumentos musicales a partir de notas
 - . Tipos de síntesis (Tabla de Ondas
 - re instrumentos nº polifonias calidad instrumentos Parametros
 - · Hoy dia el sw lo hace cada vez mejor (ya no hace falta que Lo haga la tarjeta de sonido)

- -> Mezclador
 - · mezda el sonido de las distintas fuentes
 - → mezcla de salida → señal a altavoces
 - →mezcla de grabación → señal al A/D
- → Entradas/salidas
 - · entrada demicro
 - · entrada de línea
 - · salida de línea
 - · salida amplificada (en desuso ya que altanoces sueles incluir amplificador)
 - · entradas y salidas ópticas o coaxial SPDIF
 - · entrada/salida MIDI (en desuso ya que instrumentar pasan el midi por usB)

típicas

las mejores

BUSES DE CONEXIÓN

133 MBytes/s (paralela) PCI:

USB1: 12 Mbits/s 480 Mbits/s USB 2: 400 Mbits Is

FireWire: IEEE-1394

Latencias <u>+</u>, 🔞

PCI FireWire USB2 USB1

FACTORES IMPORTANTES

- · caja externa al PC
- analogicas in lout · no canales digitales in lout
- Previos de microfono con/sin amplificación Phantom 48V (microfonos alimentados)
- E/s balanceadas (ampli) diferencial a la entrada para evitar modo comun)
- ·n bits

 - · Margen Dinamico
- Latencia (en mustras)
- . Monitorage de entrada sin latencias
- Drivers (MMSystem, DirectX, ASIO, ...)

las mejores tarjetas usas ASIO (Asynchronous Input output) un charal hito un driver ASIONALL para tarjetar malillar

Tarjetas M-Audio (Firewire y USB)



4-in/6-out FireWire Audio/MIDI Interface USD 349.95



18-in/14-out FireWire Audio/MIDI Interface w/ ADAT Lightpipe USD 599.95







Tarjetas MOTU (más PRO)





FireWire Mobile Audio Interface for



Dispositivos Controladores Superficies de Control/ Superficies M-Audio

Son consolas con elementos de interface con el usuario

- Meioran la ergonomía
- Facilitan la edición (repecto al teclado y el ratón)
- Disponen de elementos como:
 - □ Controles delizantes (motorizados [permiten preset], o no)
 - □ Botones giratorios (limitados o no)(con LEDS)
 - □ Pulsadores (luminosos o no)
 - Joysticks (ej: posicionar fuente 5.1, variar 2 parámetros simult.)
- Se conectan al ordenador por USB
- Los reconocen los software de edición y los integran en la DAW como una pieza más (driver)
- Es la tendencia actual en DAW ya que combinan la flexibilidad de la edición en PC con la ergonomía de la mesa de mezclas.











Superficies Behringer

Superficies de alta gama Digidesign



4. INTERFACES EN AUDIO DIGITAL

importancia de la conexión Permite edición y copia perfecta digital directa en equipos inicialmente hubo problemas de compatibilidad

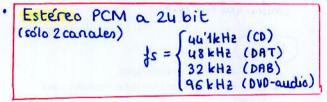
Interfaz AES/EBU

(tb llamada AES-3)

Audio Broadcasting Engineering society union

] colaboración USA+ Europa→ supuso un gran avance en compat.

· Se usa en equipos profesionales



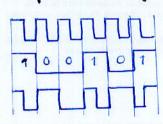
información de control: texto ID ASCII

Par trenzado 110 De Cable:

- unidireccional
- par trenzado 1100
- Conector XLR (3pins) (mismo que microfonos balanceados)

· Vout de 3 a 10 Vpp (buen margen)

codificación bifase



reloj oscila al dable de los datos

'1' = doble ciclo (Th/2)

'O' = se gueda en el estado contrario > Muchas transiciones:

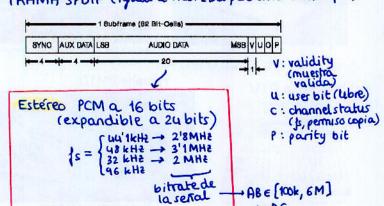
- Requiere mucho ancho de barda
- Elimina la comp. continua (sean o no bits equiprobables)
- se recupera el reloj perfectamente (evitor errores de jitter)

SPDIF Interjaz

(tb Uamada IEC- 958)

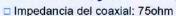
no DC

- Adaptación doméstica del AES/EBU sony-Phillips Digital Interface
- · TRAMA SPOIF (igual a AES/EBU pero con bit anticopia)



· unidireccional · codificación bijare Cables: (dos opcionen) vigual al de TV

■ Cable coaxial 75 €



Tensión de salida: 0.5 Vpp a 1 Vpp

□ Tensión de llegada: 0.25 Vpp a 0.5 Vpp

□ Terminadores de 75 Ohm

Fibra óptica

- Fibra plástica (exterior 2,2 mm, núcleo 1 mm)
- □ Luz roja de LED (650 nm)
- □ Conectores TOSLINK (Toshiba Link)

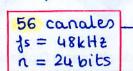


Interface MADI

Multichannel Audio Digital Interface

- · Desarrollado por sony, Mitsubishi, Neve y SSL
- Cables:

- · Interconector grabadores multipista, mesas de mercia,... en estudios
- existe vertion bidireccional
- Coaxial 75 D conector BNC
- Fibra óptica plástica

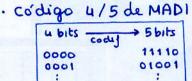


MADI extendido (muy usada) 64 canales a 48 kHz

32 canales a 96 kHz 16 canales a 192 kHz (ya un poco entupido)

permite incrementar fr a corta del nº de canales

Codificación: mas eficiente que AES, ya que bifase requeriria ancho de banda enorme



1 = transición en el

· Poca C.C. (aurque no nula) · Alto contenido en reloj

Interface ADAT

Advanced DAT

- · Desarrollado por Alesis para interconectar su grabador de 8 pistas
- · se extendió por ru verratilidad (no canales intermedio entre AES/EBU Y MADI)

8 canales ds = 48kHz n = 24 bits modo Double speed operation caistribuir muestras entre carales 4 canales 96kHz

MESAS DE MEZCLAS DIGITALES

- La apariencia exterior es similar a una mesa de mezclas analógica.
- Sin embargo se distinguen por una serie de ventajas:
 - Memoria de posición de mezcla (Presets)
 - Automatización de transiciones
 - ☐ Pantalla LCD
 - Mezcla digital mediante un DSP
 - □ Efectos digitales en DSP
 - Capacidad de actualizar el firmware
 - Disponen de entradas y salidas analógicas y digitales
- Al igual que en las mesas analógicas se configuran según la aplicación a la que van dirigidas:
 - □ Producción
 - Radio
 - □ Televisión
 - Cine con capacidad surround
 - Música en directo

Studer Vista 7



ni tan pro como el MADI (ni tan domestico como el SPDIF,

cable:

· Fibra optica plastica con conector TOSLINK (mismo que en spoif)

MIDI

- No es un interface de audio digital
- Es un interfaz para transmitir notas musicales y sus eventos
- Sirve para interconectar teclados con módulos de síntesis musical y con ordenadores para usarlos de secuenciador de notas.
- Sin embargo, se ha popularizado también como medio de interconexión de equipos de audio para pasarse información de eventos, disparos de efectos, arranques de cintas, etc.
- La interface es serie y muy similar a la RS-232, aunque va optoacoplada para evitar interferencias

Stagetec Cinetra

Studer On-Air 2000M2



Mesa para radiodifusion

H micro tono tel efornicon

Yamaha 01V



Yamaha PM1D



mesa para concierto en directo

TRATAMIENTO DIGITAL DE AUDIO

Práctica 1. Medida y Ecualización de Altavoces

Objetivo

El objetivo de esta práctica es doble:

- Aprender a medir la respuesta al impulso y en frecuencia de sistemas acústicos (en concreto mediremos altavoces).
- Diseñar filtros que corrijan la respuesta en frecuencia de altavoces imperfectos.

Software a Utilizar

Utilizaremos los siguientes programas de ordenador para cada una de las tareas.

SounTenax: Es un programa que permite medir la respuesta al impulso (o en frecuencia) de cualquier sistema electroacústico. La medida la puede realizar utilizando dos tipos de secuencias de prueba: MLS o Sweep (barrido en frecuencia). El programa es freeware (gratuito).

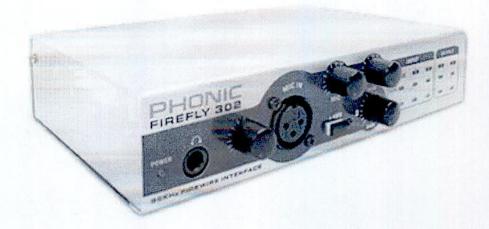
MATLAB: Es un programa muy conocido por todos de cálculo matemático mediante scripts. Lo utilizaremos para calcular los coeficientes de los filtros ecualizadores.

AudioMulch: Es un programa orientado al procesado y síntesis de sonido en tiempo real, que se maneja mediante interconexión de bloques, al estilo de programas como Simulink o Labview. El programa permite entre otras cosas realizar filtrados y efectos de sonido en tiempo real, utilizando las entradas y salidas de la tarjeta de sonido. Lo utilizaremos para aplicar los filtros ecualizadores calculados en tiempo real. El programa es shareware y utilizaremos la versión de prueba.

Virtual Audio Cable: Es una utilidad que nos permite crear una especie de tarjeta de sonido virtual para redirigir la salida de sonido de un programa a la entrada de otro. El programa es shareware y utilizaremos la versión de prueba.

Hardware a Utilizar

Tarjeta de sonido profesional: Es una tarjeta externa que se conecta por el bus Firewire al ordenador. Las prestaciones son superiores a las tarjetas de sonido que incorporan de serie las placas madre de los ordenadores. Además lleva una entrada estándar de micrófono con conector XLR y capacidad de alimentación *phantom* por dicho conector. La tarjeta es la *Phonic FireFly 302+*.



Micrófono de medida: Es un micrófono calibrado de respuesta en frecuencia muy uniforme, especialmente indicado para medir y calibrar sistemas acústicos. Suelen tener un cuello alargado para asegurar un diagrama de directividad uniforme. Usaremos el modelo Behringer ECM8000.

Ordenador: Donde se instala todo el software y se conecta la tarjeta de audio por el bus FireWire.

Procedimiento

Conectar el altavoz a la salida de la tarjeta y el micrófono a la entrada de MIC IN.

Con el software SoundTenax medir la respuesta al impulso y la respuesta en frecuencia del altavoz.

Salvar la respuesta impulso medida a un fichero (disco W:). Es un fichero TXT

Cargar ese fichero con MATLAB y visualizar con un plot que es correcta.

Calcular por el método de hacer la FFT inversa y enventanar el filtro FIR que corrige la respuesta. Puedes utilizar la función ...

filtro=calcfiltro(N,ir,freqlow,freqhigh);

Normaliza filtro a +/-1 y sálvalo como WAV.

wavwrite(filtro, 44100, 'mifiltro.wav');

Utiliza Audiomulch para usar el filtro en tiempo real.

Mide otra vez el altavoz pero haciendo un by-pass por el filtro diseñado y colocado en Audiomulch.