



Audio Imbricado

Proceso de señales SDI con Audio Imbricado

JUAN NAVALPOTRO

juan.navalpontro@abacantodigital.com

© Copyright: **Juan Navalpotro**

Temario

Parte 1: Datos auxiliares en la señal 601

Parte 2: Audio imbricado en vídeo

Parte 3: Procesador de audio EAP3000

Parte 4: El sincronizador de línea LNS3000

Parte 5: El insertador de Teletexto TXT3000

Parte 1

Datos auxiliares en la señal 601

- 1.1.- El espacio disponible
- 1.2.- Protocolo para el uso del espacio de datos auxiliares
- 1.3.- Paquetes de datos ANC
- 1.4.- Asignación DID

El espacio disponible

El intervalo de borrado horizontal comprende 288 palabras de las cuales se usan 8, cuatro al principio de línea y cuatro al final, para sincronización. Quedan libres 280 palabras (2800 bits) en cada intervalo de borrado horizontal

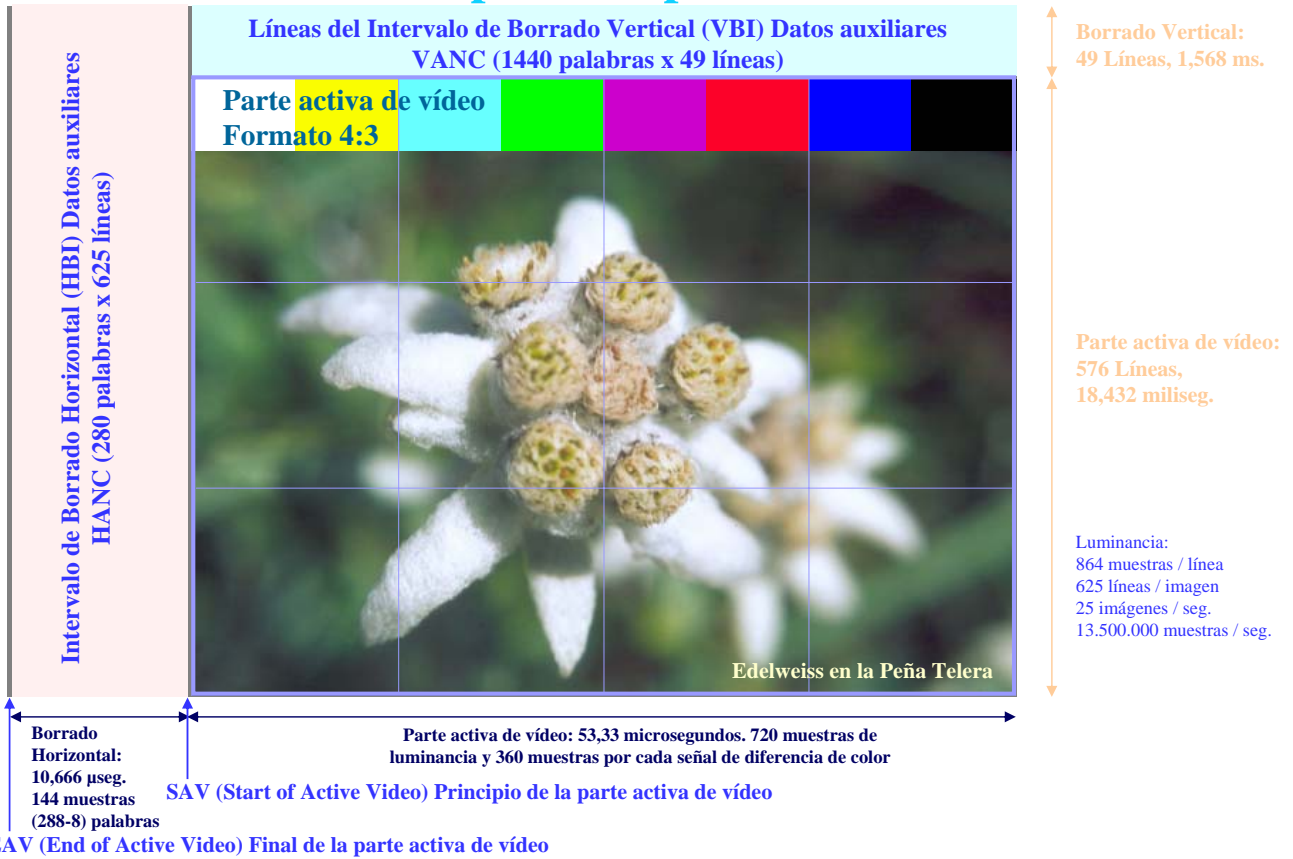


F = 0 durante el primer campo
V = 1 durante el intervalo de borrado vertical
H = 1 al empezar el borrado horizontal

P0, P1, P2 y P3 son bits de protección para F, V y H
 (Código Hamming, pueden corregir un error y detectar dos)

F	V	H	P ₃	P ₂	P ₁	P ₀
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1

El espacio disponible



El espacio disponible



El espacio disponible

- Intervalo de borrado horizontal, HANC (Horizontal Ancillary):
 - 280 palabras / línea x 10 bits = 2.800 bits / línea
 - 2.800 x 625 líneas / imagen = 1.750.000 bits / imagen
 - 1.750.000 x 25 imágenes / seg. = 43.750.000 bits / segundo
- Intervalo de borrado vertical, VANC:
 - 1.440 palabras / línea x 10 bits = 14.400 bits / línea
 - 14.400 x 49 líneas / imagen = 705.600 bits / imagen
 - 705.600 x 25 imágenes / seg = 17.640.000 bits / segundo
- Necesidades para audio, a 48 kHz de muestreo:
 - 1 canal de audio: 1.536.000 bits / segundo
 - 2 canales de audio: 3.072.000 bits / segundo
 - 8 canales de audio: 12.288.000 bits / segundo
 - 16 canales de audio: 24.576.000 bits / segundo

Considerando la necesidad "bruta" del formato AES/EBU, es decir 32 bits por muestra. Al formatear como ANC se usan 20 ó 24 bits por muestra, pero se añade la sobrecarga del formateo en modo ANC.

Hay disponibles:
43,75 Mb/s en el intervalo horizontal y
17,64 Mb/s en el intervalo vertical

Protocolo para el uso del espacio de datos auxiliares

- Puede insertarse un paquete, o más, en cualquier área definida como disponible para datos auxiliares (Ancillary Data), esto es, los intervalos de borrado de líneas y tramas. (La especificación que define los datos ANC es ITU-R BT.1364)
- Los paquetes deben seguir **inmediatamente después de las señales de referencia EAV o SAV** que indican el comienzo de un espacio de datos ANC.
- Consecuentemente, si las tres primeras palabras en el espacio no son un ADF (00,0_h FF,C_h FF,C_h) se supone que no hay paquetes ANC presentes y que toda el área está disponible para inserción.
- En cualquier área disponible, **los paquetes deben ser contiguos entre sí.**
- **Cada paquete debe quedar completo** en el área disponible en la que se inserta, no se puede dividir entre dos espacios de datos ANC.
- Los datos **EDH** (Error Detection and Handling) especificados en la recomendación ITU-R BT.1304 están asignados a **posiciones fijas** y no deben sobre-escribirse o añadirse a otros paquetes de datos ANC, ni están sujetos a los requerimientos de contigüidad dados mas arriba.

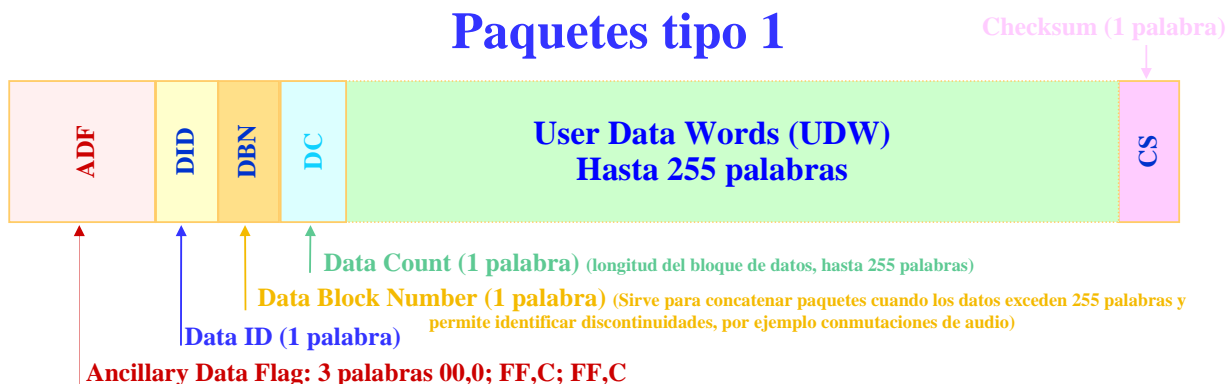
Paquetes de datos ANC

Se definen dos tipos de paquetes de datos auxiliares

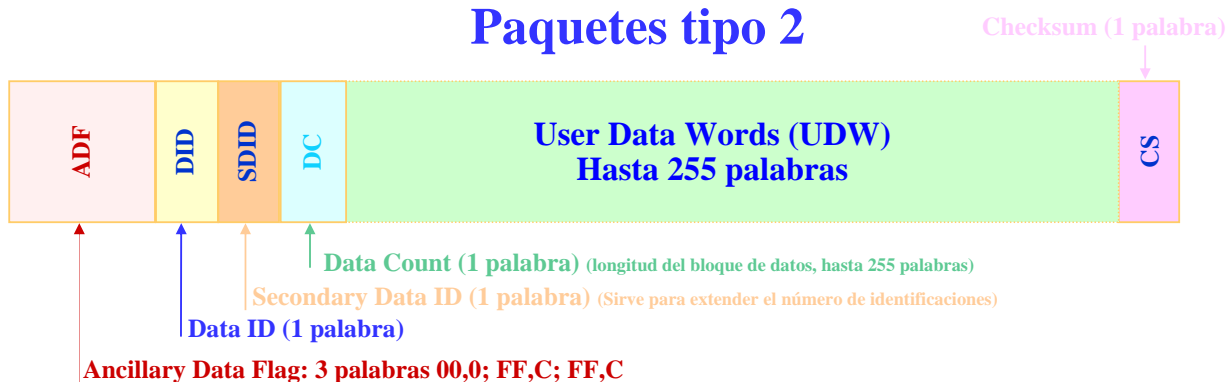
- Tipo 1:
 - Usa una palabra de identificación, definida como data ID (DID), seguida de un número de bloque (DBN) y un contador (DC) con el número de palabras de datos en el paquete
- Tipo 2:
 - Usa dos palabras de identificación, definidas como una combinación de identificación primaria DID seguida de una palabra de identificación secundaria SDID y el contador (DC) con el número de palabras de datos en el paquete
- Las palabras de datos auxiliares (ancillary) se definen como palabras de 10 bits
- Se reservan 189 valores de identificación para aplicaciones de interfase de 8 bits
- Se dispone de 28.656 valores de identificación para aplicaciones de 10 bits

Paquetes de datos ANC

Paquetes tipo 1



Paquetes tipo 2



Asignación DID en Paquetes tipo 1

SMPTE s291M

10 bit DID	8 bit DID	Función (SMPTE)
200	00	Formato indefinido
180	80	Paquetes marcados para eliminación
260	60	Ancillary Time Code
284	84	Marcador de final de paquete
288	88	Marcador de principio de paquete
1E0	E0	SMPTE s299M, HDTV, control, Grupo 4
2E1	E1	SMPTE s299M, HDTV, control, Grupo 3
2E2	E2	SMPTE s299M, HDTV, control, Grupo 2
1E3	E3	SMPTE s299M, HDTV, control, Grupo 1
2E4	E4	SMPTE s299M, HDTV, Audio, Grupo 4
1E5	E5	SMPTE s299M, HDTV, Audio, Grupo 3
1E6	E6	SMPTE s299M, HDTV, Audio, Grupo 2
2E7	E7	SMPTE s299M, HDTV, Audio, Grupo 1
1EC	EC	Paquete de control AES, Grupo 4
2ED	ED	Paquete de control AES, Grupo 3
2EE	EE	Paquete de control AES, Grupo 2
1EF	EF	Paquete de control AES, Grupo 1

10 bit DID	8 bit DID	Función (SMPTE)
2F0	F0	Paquetes de METADATA
1F4	F4	Detección de errores (EDH)
2F5	F5	Código de tiempos
1F8	F8	Paquete extendido AES, Grupo 4
2F9	F9	Paquete de Audio AES, Grupo 4
2FA	FA	Paquete extendido AES, Grupo 3
1FB	FB	Paquete de Audio AES, Grupo 3
2FC	FC	Paquete extendido AES, Grupo 2
1FD	FD	Paquete de Audio AES, Grupo 2
1FE	FE	Paquete extendido AES, Grupo 1
2FF	FF	Paquete de Audio AES, Grupo 1

Asignación DID y SDID en Paquetes tipo 2

SMPTE s291M

10 bit DID	8 bit DID	Función (SMPTE)	10 bit DID	8 bit DID	Función (SMPTE)
	04	Aplicaciones de 8-bit			
	08	Aplicaciones de 8-bit			
	0C	Aplicaciones de 8-bit			
	60	SMPTE RP 188 Ancillary Time Code			

10 bit SDID	8 bit SDID	Función (SMPTE)	10 bit SDID	8 bit SDID	Función (SMPTE)
200	00	Formato indefinido			
	x0	Aplicaciones de 8-bit		x8	Aplicaciones de 8-bit
	x4	Aplicaciones de 8-bit		xC	Aplicaciones de 8-bit
	60	SMPTE RP 188 Ancillary Time Code			

Donde x está en el rango de 0 a F, excepto el 00 que está reservado para formato indefinido

Parte 2

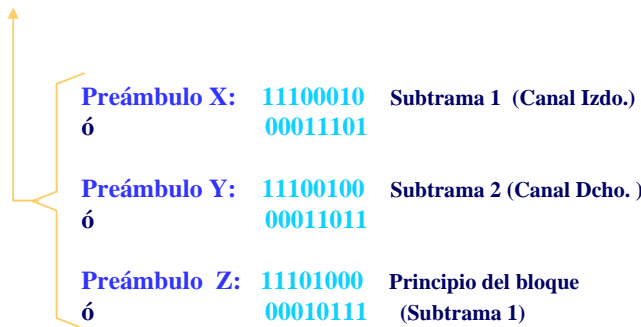
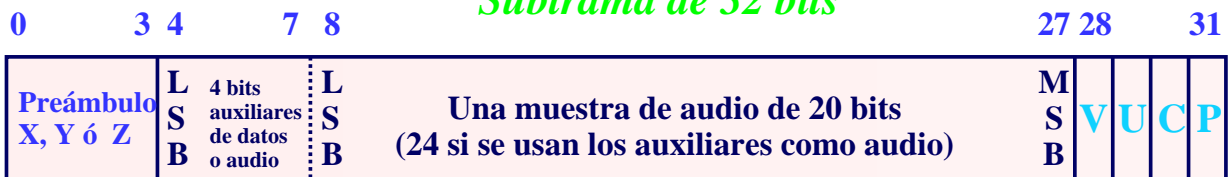
Audio imbricado en vídeo

- 2.1.- Formato AES / EBU 3250
- 2.2.- Estructura del Bloque "Channel Status"
- 2.3.- ITU-R BT.1305 Audio imbricado en vídeo
- 2.4.- Grupos de Audio y DIDs
- 2.5.- Paquetes de Audio, Extendidos y de Control

Formato AES / EBU 3250

El flujo de audio digital se compone de bloques de 192 tramas y cada trama consta de dos subtramas

Subtrama de 32 bits



Validity Flag ————
Indicador de validez de la muestra:
"0" es válida. "1" es NO válida.

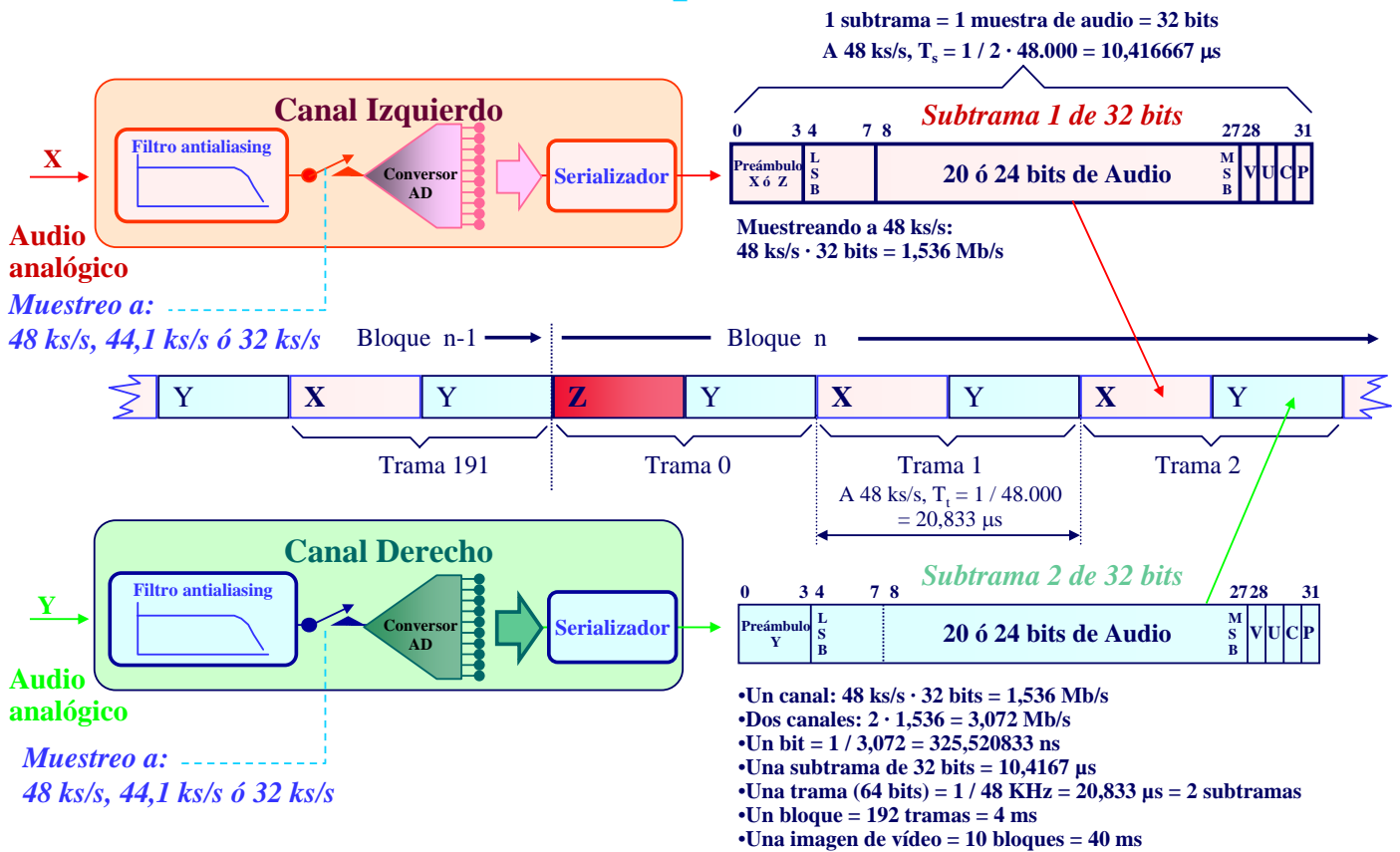
User Data ————
Datos para el usuario:
48 bytes por bloque, 24 en cada canal.

Channel Status ————
Estado del canal:
48 bytes por bloque, 24 en cada canal.

Parity Bit ————
Bit de paridad de la muestra, tipo PAR,
contando los bits del 4 al 30

- Cada muestra del convertidor A/D se aloja en una Subtrama.
- Dos subtramas, una por canal, forman una trama.
- Un bloque consta de 192 tramas
- Hay 192 / 8 = 24 bytes por canal, en cada bloque, para datos del usuario (User Data) y otros tantos para el estado del canal Channel Status).

Multiplexado



Modos de transmisión

- El modo de transmisión se indica por los bits 0 a 3 del byte 1 del Channel Status
- Modo Dos Canales:
 - Las muestras de ambos canales se transmiten en subtramas consecutivas. El canal 1 en la subtrama 1 y el canal 2 en la subtrama 2
- Modo Estereofónico:
 - El canal izquierdo, o canal A, se transmite en la subtrama 1 y el derecho en la 2
- Modo Monofónico:
 - El sonido va en la subtrama 1, la subtrama 2 debe ser idéntica a la subtrama 1, o bien puede ir todo a ceros.
 - Modo Primario/Secundario:
 - En aplicaciones de dos canales, donde uno es el primario y otro el secundario, debe codificarse el canal primario en la subtrama 1 y el secundario en la 2

ITU-R BT.1305 Audio imbricado en vídeo

- La recomendación ITU-R BT.1305 define la forma de incluir audio digital y datos auxiliares conformes con la recomendación ITU-R BS.647 (A DIGITAL AUDIO INTERFACE FOR BROADCASTING STUDIOS) en el espacio de datos auxiliares (Ancillary Data Space) de la señal digital de vídeo en serie conforme a las recomendaciones ITU-R BT.656 (INTERFACES FOR DIGITAL COMPONENT VIDEO SIGNALS IN 525-LINE AND 625-LINE TELEVISION SYSTEMS OPERATING AT THE 4:2:2 LEVEL OF RECOMMENDATION ITU-R BT.601 (PART A)) e ITU-R BT.799 (4:4:4 LEVEL)
- La implementación preferida en aplicaciones intra-estudio es la de **audio muestreado a 48 kHz con reloj enganchado a vídeo (isócrono)**
- Opcionalmente la especificación soporta audio AES/EBU con frecuencias de muestreo isócronas o asíncronas desde 32 kHz a 48 kHz.
- Se define el soporte **mínimo de audio de 20 bits**.
- Opcionalmente se soporta audio a 24 bits o 4 bits de datos auxiliares AES/EBU
- Se especifica un **mínimo de 2 canales de audio y un máximo de 16 canales**
- Los canales de audio se transmiten por pares, combinados en grupos de 4 canales

ITU-R BT.1305 Definiciones

- **Audio isócrono**
 - Se define el audio como isócrono con vídeo, si la frecuencia de muestreo de audio es tal que el número de muestras de audio que ocurren en un intervalo de tiempo correspondiente a un número entero de imágenes de vídeo es también un número entero y constante.
- **Audio AES/EBU**
 - Todos los datos de audio y auxiliares asociados con un flujo AES/EBU.
- **Trama AES/EBU**
 - Dos subtramas AES/EBU, una con audio del canal 1 seguida por otra con audio del canal 2
- **Subtrama AES/EBU**
 - Todos los datos asociados a una muestra de audio de un canal.
- **Datos de audio**
 - 23 bits: 20 bits de la muestra de audio AES/EBU, sin incluir datos de audio auxiliares AES/EBU, más los tres bits: Sample Validity (V), Channel Status (C) y User Data (U)
- **Datos auxiliares**
 - 4 bits de audio AES/EBU asociados con una muestra definida como datos auxiliares por ANSI S4.40. Los 4 bits se pueden usar para extender la resolución de las muestras de audio.

ITU-R BT.1305 Definiciones

- **Paquete de Datos de Audio**
 - Un paquete de audio auxiliar (ANC) conteniendo datos de audio para uno o dos pares de canales (2 ó 4 canales). Un paquete de datos de audio puede contener datos de audio para 1 o más muestras asociadas con cada canal.
- **Paquete Extendido de Datos**
 - Es un paquete de datos auxiliares (ANC) que contiene datos auxiliares (AES/EBU) correspondientes a, y siguiéndole inmediatamente, un paquete de datos asociados de audio.
- **Paquete de Control de Audio**
 - Un paquete de datos auxiliares que ocurre una vez en un campo y que contiene datos para usar en la operación de características opcionales de esta especificación.
- **Grupo de audio**
 - Consiste en uno o dos pares de canales contenidos en un paquete de datos auxiliares (ANC). Los grupos de audio se numeran desde 1 a 4 y cada uno tiene una identificación ID única.
- **Par de muestras**
 - Dos muestras de audio AES/EBU
- **Par de canales**
 - Dos canales digitales de audio, generalmente derivados de una misma fuente AES/EBU

ITU-R BT.1305 Definiciones

- **Secuencia de imágenes de audio**
 - El número de imágenes de vídeo necesaria para un número entero de muestras de audio en operaciones isócronas.
 - Por ejemplo, la secuencia de imágenes de audio para muestreo isócrono de 48 kHz en un sistema de 525 líneas (29,97 imágenes/s) es de 5 imágenes de vídeo y para uno de 625 líneas (25 imágenes/s) es 1 imagen de vídeo.
- **Número de imagen de audio**
 - Un número, empezando por 1, para cada imagen dentro de la secuencia de imágenes de audio.

Frecuencia de muestreo	Muestras por imagen 29,97 imágenes / seg.	Muestras por imagen 25 imágenes / seg.
48,0 kHz	8.008 / 5	1.920 / 1
44,1 kHz	147.147 / 100	1.764 / 1
32,0 kHz	16.016 / 15	1.280 / 1

Grupos de audio y DIDs

Puede haber hasta 4 grupos de audio, y cada uno puede contener uno o dos pares de canales. Todos los paquetes de audio son del tipo 1, es decir de una palabra de DID.

- Hay tres tipos de paquetes ANC para imbricar el Audio en Vídeo:
 - **Datos de Audio, Extendido de Datos y Control de Audio**
- Los paquetes de Control de Audio son opcionales y solo son necesarios cuando se usan características opcionales, como la frecuencia de muestreo distinta de 48 kHz.
- Los paquetes Extendidos de Datos son opcionales y solo se usan si las señales AES/EBU usan 24 bits en lugar de 20.
- Si los paquetes de Control de Audio de un grupo no se transmiten, se supone implícitamente que en los 4 canales de ese grupo se está usando una frecuencia de muestreo de 48 kHz isócrona.

Grupo	Canales	DID de los paquetes de audio		
		Datos Audio	Extendido Datos	Control Audio
1	1 a 4	2FF	1FE	1EF
2	5 a 8	1FD	2FC	2EE
3	9 a 12	1FB	2FA	2ED
4	13 a 16	2F9	1F8	1EC

Uso del espacio ANC

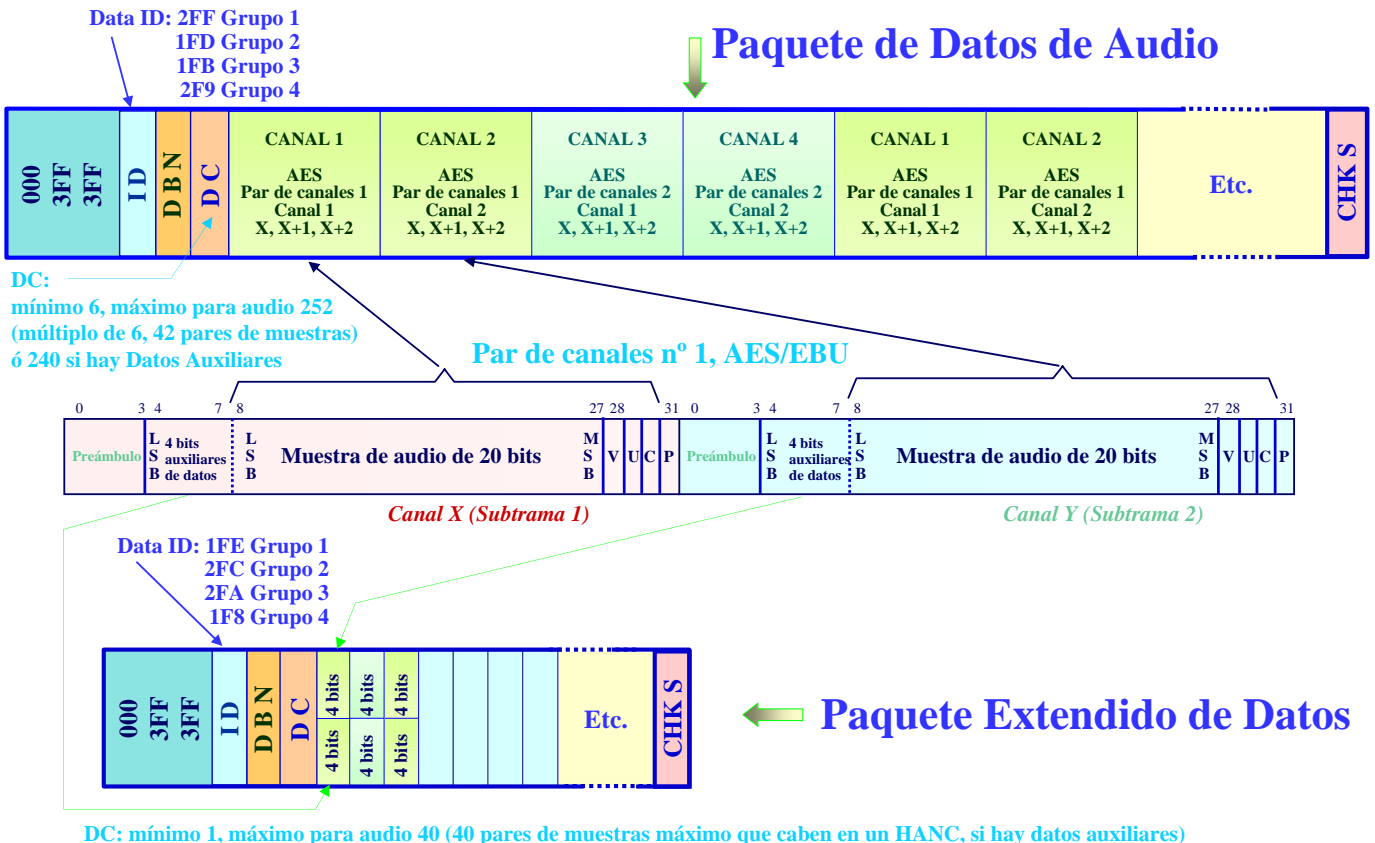
- Los paquetes de **Control de Audio**, si existen, **se insertan en el segundo espacio HANC después del punto de conmutación**, es decir en las líneas 8 y 321.
- Si en el mismo espacio hay paquetes de Datos de Audio o Extendidos de Datos AES/EBU, deben seguir a los de control.
- Los paquetes de **Datos de Audio** se **insertan inmediatamente detrás de las palabras EAV** (o después de los de Control de Audio) y, por tanto, solamente en el espacio HANC.
- Los paquetes de **Datos de Audio** se insertan en cualquier línea **exceptuando las líneas donde se encuentra el EDH y las siguientes al punto de conmutación**, es decir, las líneas 5/318, y 7/320.
- Los paquetes **Extendidos de Datos**, si existen, deben ir en el **mismo espacio ANC (la misma línea) que los Datos de Audio** a los que pertenecen y después de estos.

Datos de Audio y Datos Auxiliares

Par de canales AES/EBU

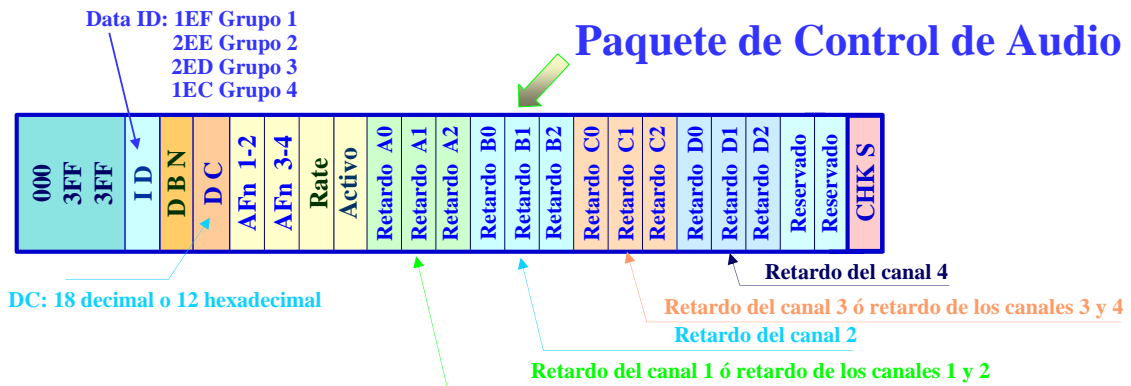


Paquetes de Datos de Audio y Extendidos de Datos



DC: mínimo 1, máximo para audio 40 (40 pares de muestras máximo que caben en un HANC, si hay datos auxiliares)

Paquetes de Control de Audio



AFn = (Audio Frame number) Número de imagen de audio. Provee una ordenación secuencial de imágenes de vídeo para indicar donde caen las muestras de audio en la progresión de un número no-entero de muestras por imagen de vídeo (secuencia de imágenes de audio) inherente a un sistema de 29,97 imágenes/seg.

La numeración empieza en 1 y termina con la longitud de la secuencia de imágenes de audio.

Por ejemplo a 48 kHz y 525 líneas la longitud de la secuencia de imágenes de audio es 5.

Rate = Indicación de la frecuencia de muestreo

Activo = Indicación de Canal Activo

Retardo = Indicación de retardo en el proceso del audio con respecto al vídeo

Los Paquetes de Control de Audio:

son opcionales y sirven para indicar la secuencia de imágenes (no necesario en sistemas de 25 imágenes/seg.); la frecuencia de muestreo, en caso de ser diferente de 48 kHz, y los posibles retardos ocasionados en el procesado de señal

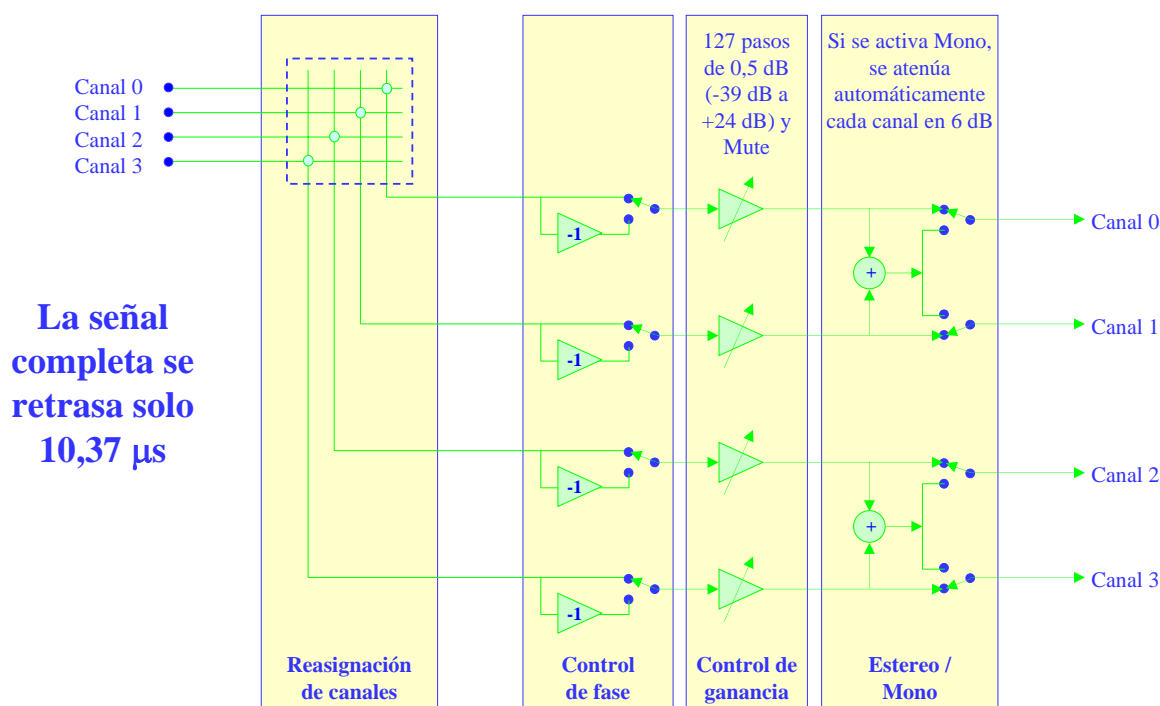
El espacio disponible



Funciones del EAP3000

- El procesador
 - Permite reasignar y combinar canales dentro de un grupo
 - Ajustar ganancias y fases
 - Procesa audio síncrono o asíncrono
 - Procesa audio con todas las frecuencias de muestreo y con 20 ó 24 bits
- El OSD
 - Insertar cuatro medidores de tipo vúmetro/picómetro
 - Indicadores de alarma de exceso de nivel, de silencio y de contrafase
 - Información de la configuración de la tarjeta
 - Se puede desactivar, y las salidas auxiliares SDI quedan idénticas a la principal
- El equipo
 - Dispone de by-pass
 - Las medidas de audio se realizan sobre la entrada o la salida
 - Se puede medir un grupo distinto del que se desea procesar
 - Cuenta con 4 pre-sets que pueden seleccionarse remotamente
 - Salida de alarmas por cierre de contactos e indicación visual en Panel Frontal

El procesador de audio



Importante: El procesado se hace muestra a muestra, sin desentramar el audio. Se extrae cada muestra de su paquete y se vuelve a colocar en él una vez procesada. Además de simplicidad, este método elimina retardo el audio-vídeo introducido por los procesadores habituales.

El tamaño del buffer

El intervalo de borrado horizontal comprende 288 palabras de las cuales se usan 8, cuatro al principio de línea y cuatro al final, para sincronización.

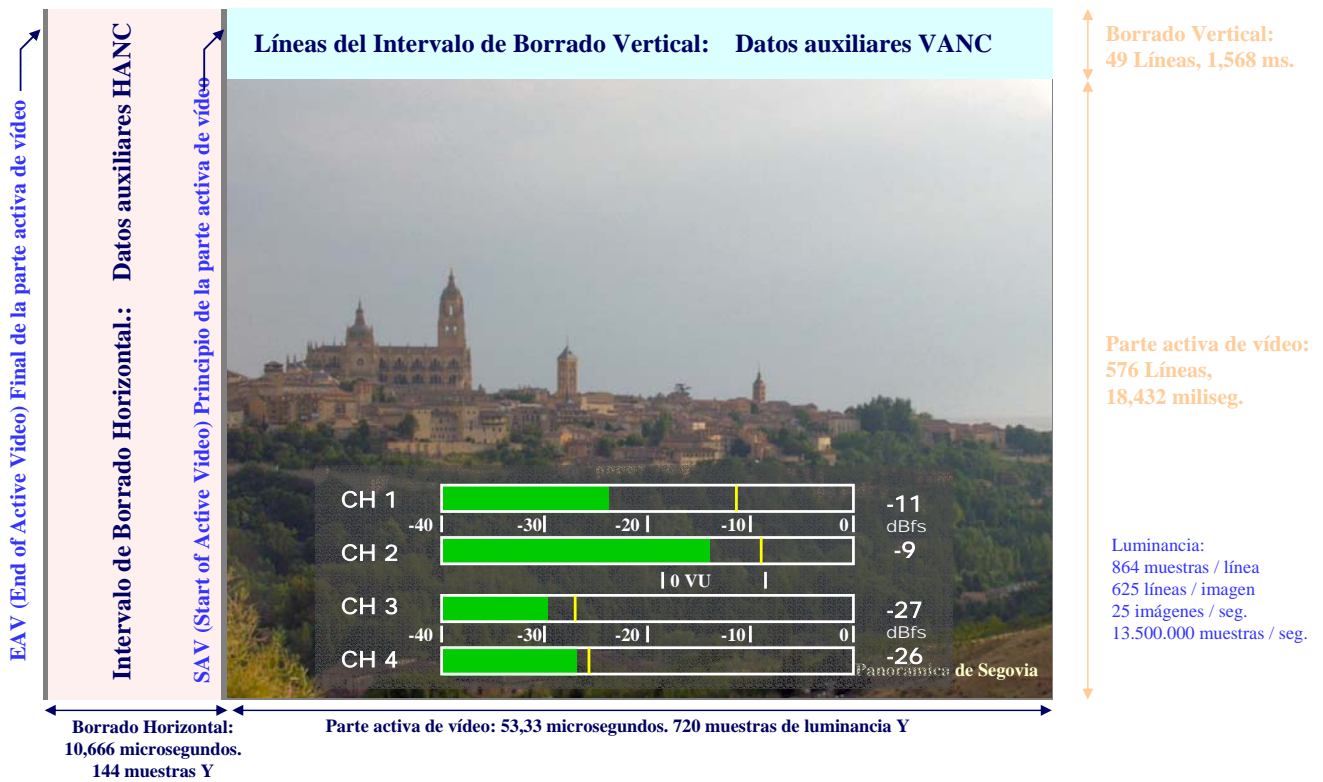
Quedan libres 280 palabras (2800 bits) en cada intervalo de borrado horizontal



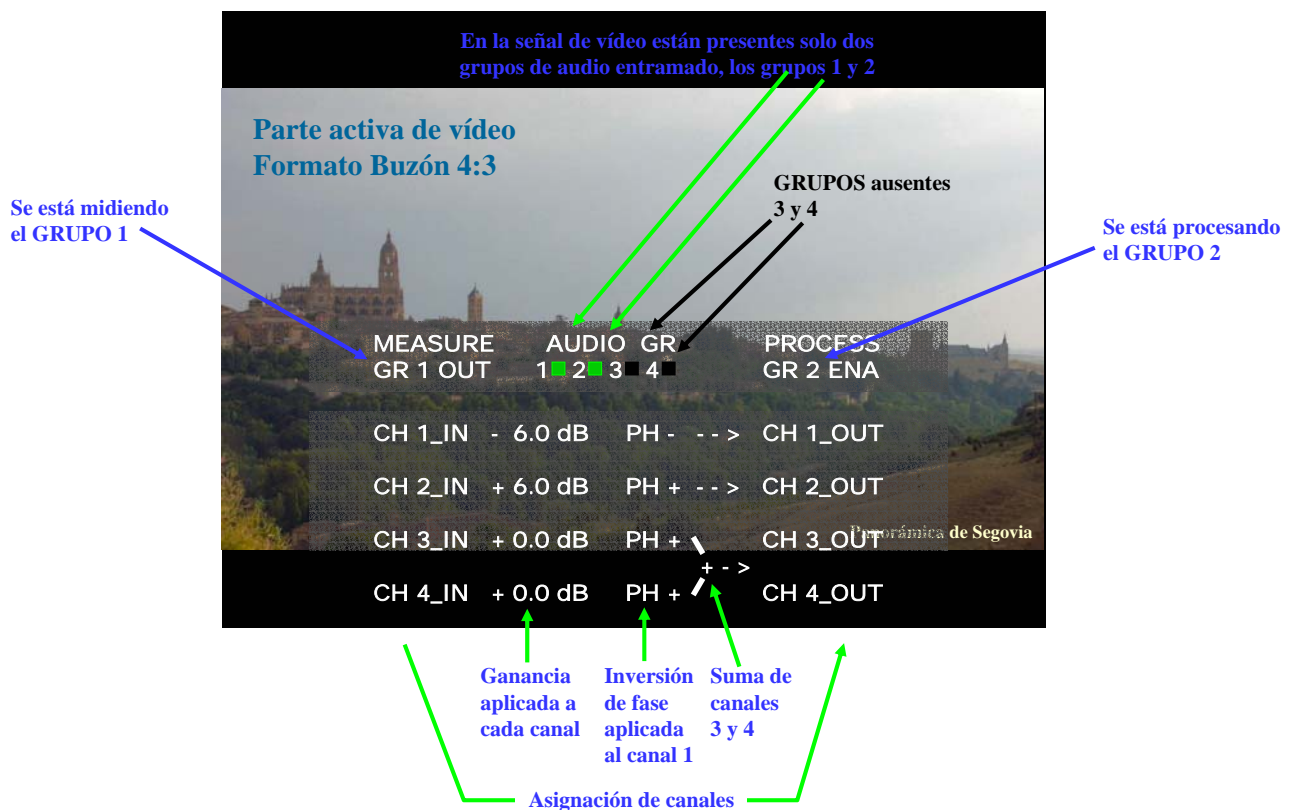
El procesador OSD

- Muestra información de nivel de los cuatro audios de un grupo en unos medidores de tipo vúmetro/picómetro junto con la indicación numérica de pico actualizada cada segundo. Lleva indicador VU a -18 dB_{FS} y límite de Pico a -9 dB_{FS} que es ajustable por el usuario.
- Se puede elegir cualquiera de los hasta cuatro grupos de entrada, independientemente de cual sea el grupo que se está procesando y pasando a la salida.
- También se puede mostrar la salida del grupo que haya seleccionado para el procesado.
- Alternativamente puede mostrar la información de configuración del módulo de procesado de la tarjeta
- Puede mostrar si hay alarmas relacionadas con el audio que se está midiendo
- Alarmas de exceso de nivel y de silencio de los canales 1 - 4
- Alarmas de contrafase de los canales 1-2 y 3-4
- Se puede desactivar, disponiéndose así de más salidas procesadas.

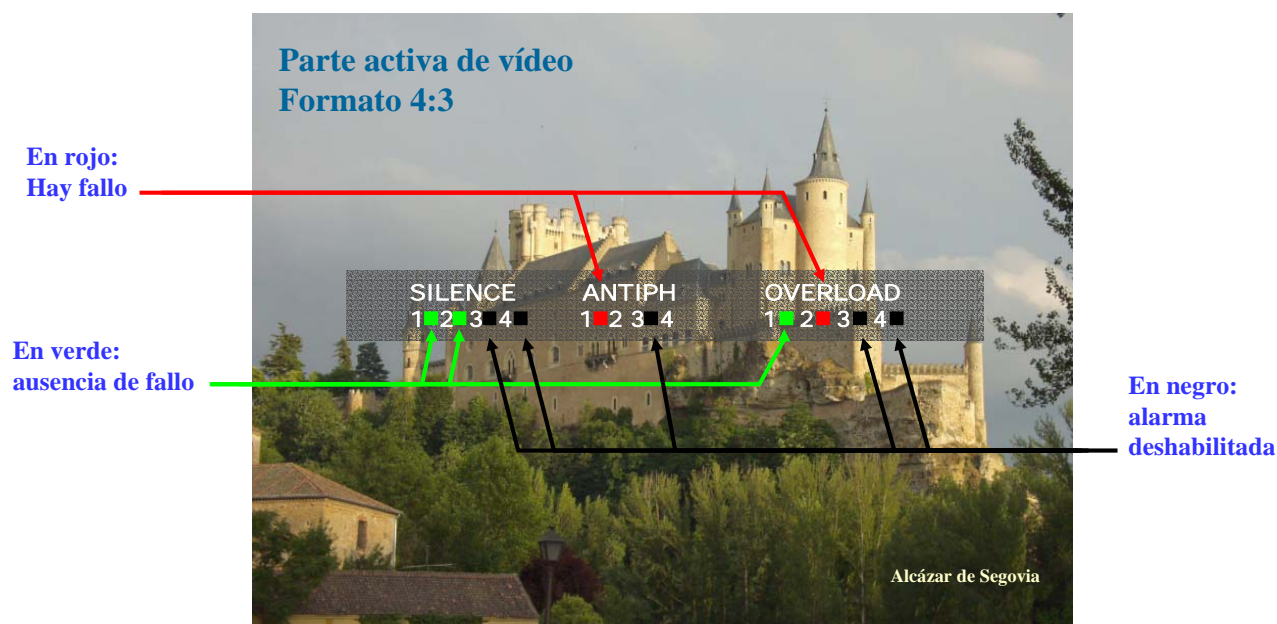
Aspecto de los indicadores de nivel OSD



Aspecto de los indicadores de configuración OSD



Aspecto de los indicadores de alarma OSD



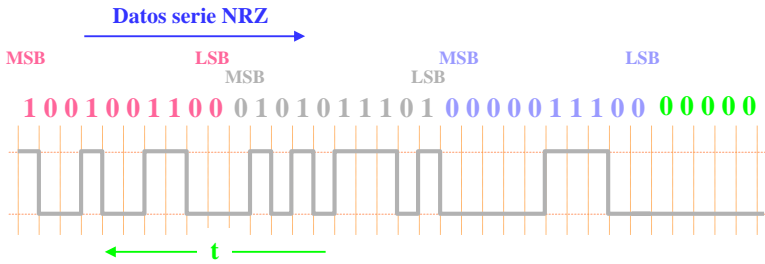
Los canales 1 y 2 vienen en contrafase
El canal 2 sobrepasa el nivel establecido

Los canales 3 y 4 no se están comprobando,
se han deshabilitado las alarmas

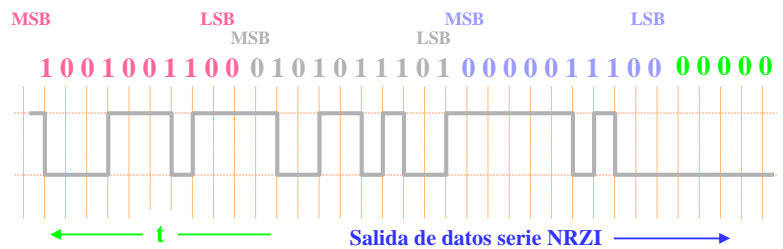
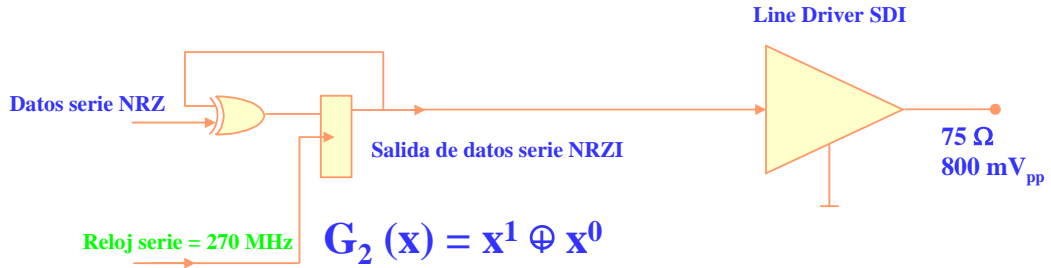
Parte 4 Sincronizador de línea LNS3000

- 4.1.- La señal serie SDI
- 4.2.- Conmutación en el intervalo de borrado vertical
- 4.3.- Diagrama de bloques del LNS3000
- 4.4.- Funciones del LNS3000
- 4.5.- El proceso de sincronización

Conversión NRZ a NRZI



Serial Digital Interface
SDI



Comutación en el intervalo vertical



Conmutación de señal A a señal B

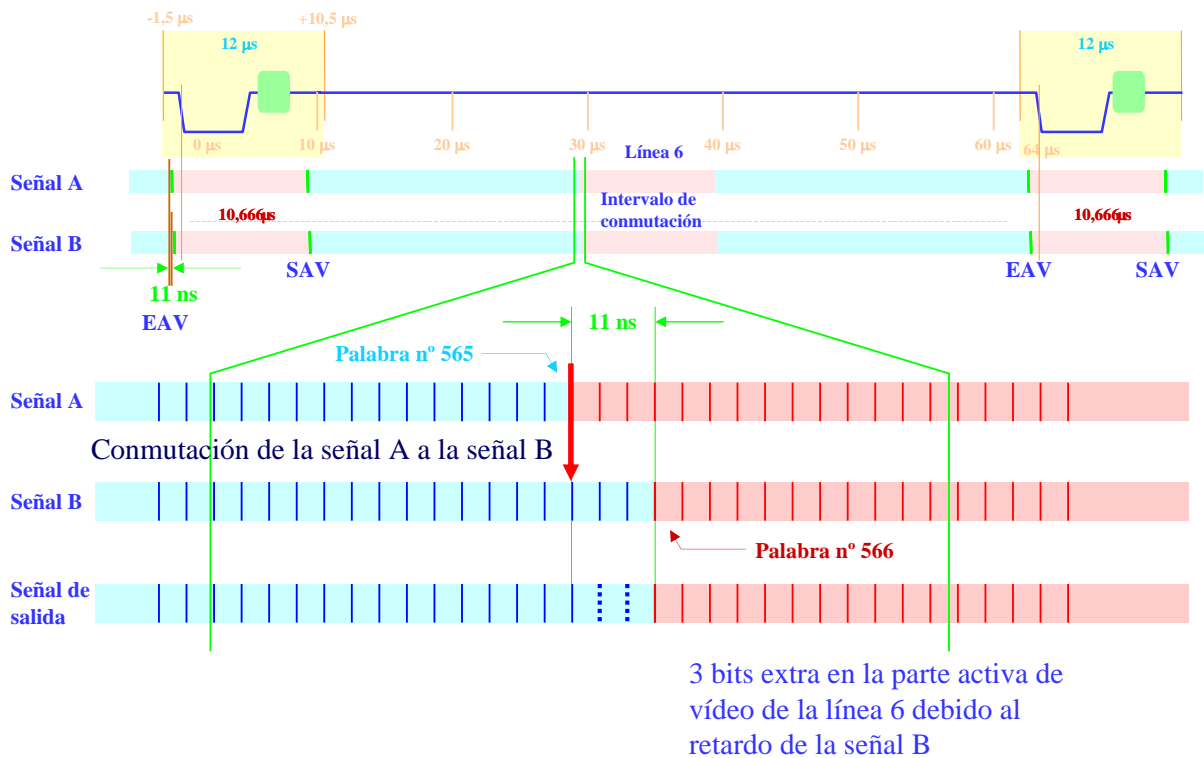
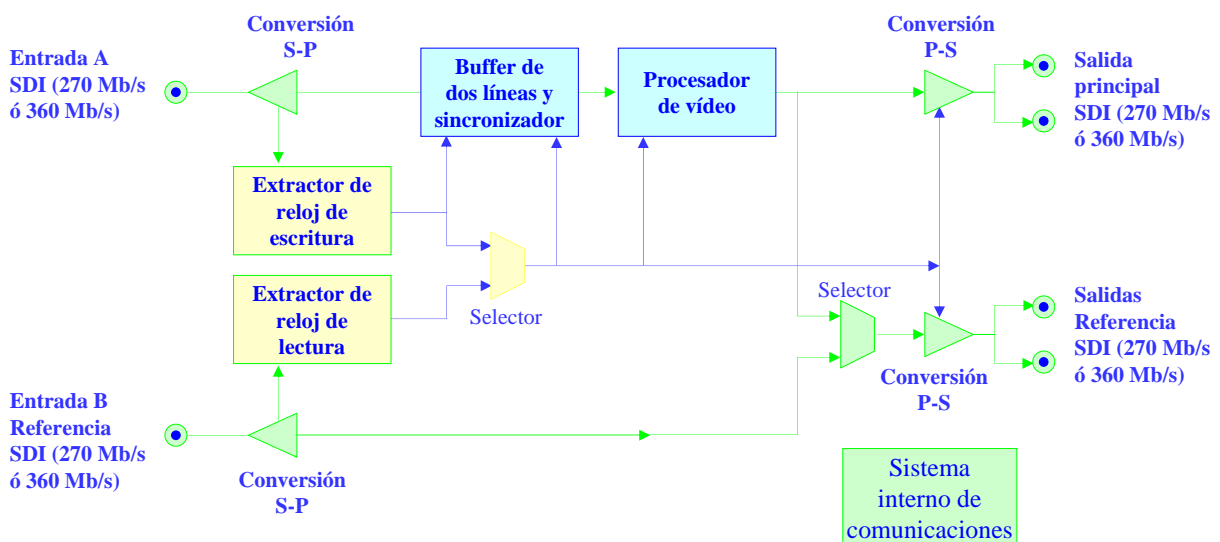


Diagrama de bloques conceptual del LNS3000

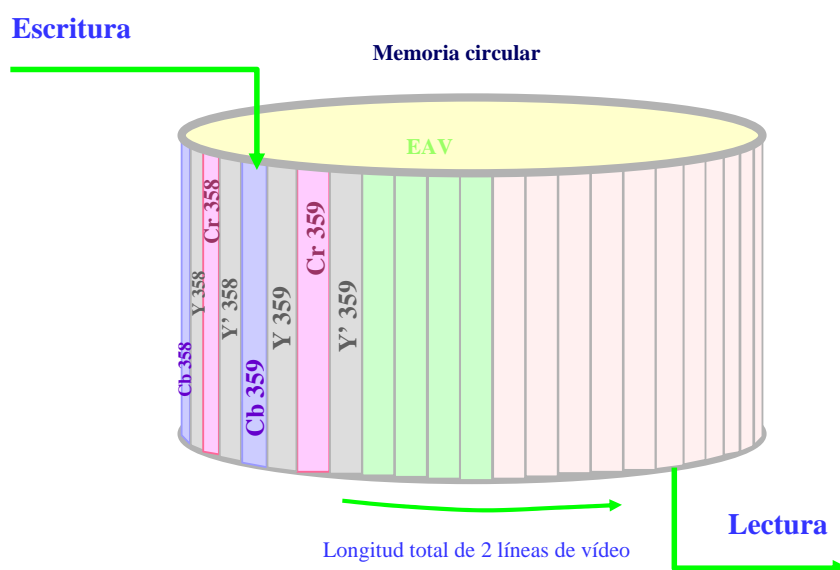


El procesador de audio actúa sobre uno de los cuatro grupos de audio (seleccionable) que pueden estar presentes en la señal SDI de la entrada

Funciones del LNS3000

- El sincronizador
 - Salida de vídeo limpia, “sin costuras”, aunque haya corrupción en la señal de entrada debido a conmutaciones absorbe desfases desde $-15 \mu\text{s}$ hasta $+25 \mu\text{s}$.
 - Evita bits erróneos de audio y de EDH, si la conmutación se hace en las líneas recomendadas del intervalo vertical.
- El Procesador de vídeo
 - Ajustes de nivel de luminancia y crominancia
 - Ajuste del nivel de negro
 - Procesado del EDH (Error Detection and Handling)
- El equipo
 - Entrada SDI a 270 o 360 Mb/s con ecualización automática y regeneración.
 - Entrada de referencia SDI a 270 o 360 Mb/s con ecualización automática y regeneración.
 - Distribución a 2 salidas de vídeo y 2 de referencia o 4 de vídeo.
 - Ajustes de modo local y remoto con tarjeta opcional de comunicaciones

El proceso de sincronización



La distancia entre las posiciones de memoria correspondientes a la palabra de escritura y la de lectura se realiza dinámicamente por el procesador de sincronización.

Inicialmente es una diferencia constante y debe ser menor que $-15 \mu\text{s}$ y $+25 \mu\text{s}$

Cuando se produce una conmutación, se recalcula de nuevo para que, el número de palabras comprendidas en cada línea completa de vídeo a la salida, sea constantemente igual a 1728 palabras

El cálculo se realiza gracias al rápido enganche del circuito con las señales EAV y/o SAV.

Parte 5

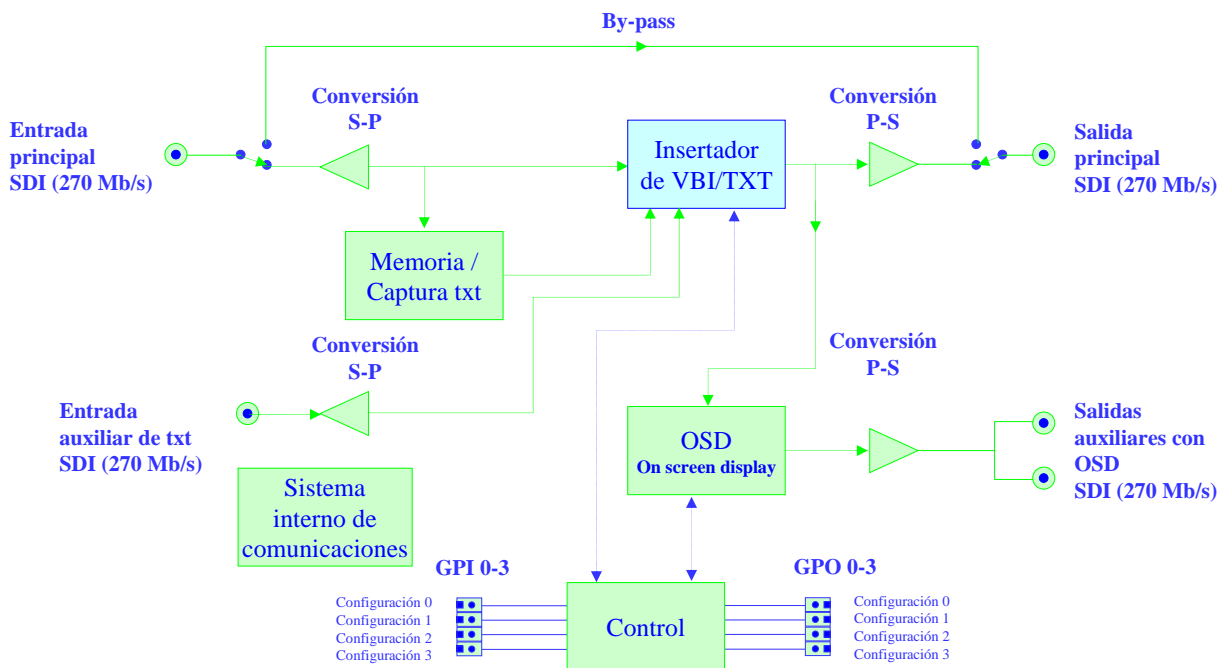
El insertador de teletexto TXT3000

5.1.- Diagrama de bloques del TXT3000

5.2.- Funciones del TXT3000

5.3.- El menú de configuración

Diagrama de bloques del TXT3000



El insertador permite decidir qué se hace con cada una de las líneas del intervalo vertical a la salida:



Transparente
Borrada
Reinsertada desde memoria
Reinsertada desde otra línea de la entrada auxiliar

Funciones del TXT3000

- El insertador
 - Permite insertar información en el intervalo vertical procedente de su memoria interna o de otra señal de vídeo presente en la entrada auxiliar.
 - Se puede capturar información de la entrada principal y grabarla en la memoria interna para su uso posterior.
- El OSD
 - Muestra la información de estado y la configuración de la tarjeta
 - Almacena cuatro configuraciones diferentes en memoria no-volátil
 - Se puede desactivar, y las salidas auxiliares SDI quedan idénticas a la principal
- El equipo
 - Dispone de by-pass
 - Dispone de ecualizador automático de hasta 300 metros de cable Belden 8281 (aprox. 21 dB a 270 MHz)
 - Cuenta con 4 pre-sets que pueden seleccionarse remotamente
 - Salida de indicación de la configuración preseleccionada

El menú de configuración

- Main Configuration
 - Activa la inserción (Bridge) o se deja transparente (Bypass).
 - Se puede seleccionar el preset activo (1 a 8).
- Line assignement
 - Permite editar las asignaciones (mapeado) de los presets y almacenarlos en memoria no-volátil
- Line mapping
 - Program line selecciona en que línea se va a realizar la inserción
 - Source line selecciona que línea del VBI de la entrada auxiliar se va a insertar, o que memoria (1 – 32), si se pone a negro o se deja pasar transparentemente.
- Capture line
 - Memory selection (1-32) selecciona en que memoria se va a almacenar la línea que se desea capturar
 - Line selection (1-625/525) selecciona la línea que se desea capturar de la señal principal.

Características comunes a Módulos Albalá

- Potencia limitada a 6 w por módulo
- Libre de ventiladores
- Todos los módulos se cambian por el frontal
- Todos los módulos se cambian en caliente

Gracias por la atención prestada

JUAN NAVALPOTRO
juan.navalpotro@abacantodigital.com