

## Ficha de sonido Nº 5?

### Conectando nuestra vida digital (parte 2)

Dicen que las segundas partes de... no son tan buenas como la primera... trataremos de mantener eso. Dado el uso intensivo, en nuestra vida profesional (y no tanto), del audio digital y de los protocolos para comunicación de audio digital<sup>1</sup> como: S/PDIF, AES/EBU, ADAT y MADI; vamos a esclarecer algunas cuestiones relacionadas con ellos.

Introduciéndonos ahora en los formatos propiamente dichos comenzaremos dando una breve descripción del protocolo que dio origen al resto. Éste surgió a partir de la necesidad de trasladar el audio (digital) desde una Sony serie 1600 (Mastering recorders, estamos hablando de principios de 1980) a otra.

Posteriormente se lo utilizó, y se usa actualmente (muy poco ya), en las clásicas PCM3348 y PCM3324 de Sony (Grabadoras digitales multipista). Nos referimos al SDIF-2 (Sony Digital Interface Format – Formato de Interfaz Digital de Sony).



El SDIF-2 emplea tres cables blindados para efectuar la transmisión; por uno envía WC<sup>2</sup> y por los dos restantes los datos de audio estéreo.

Antes de seguir hablando de protocolos veamos como se conforma el tren de pulsos digitales. Para esta función se utilizan dos tipos de codificación<sup>3</sup> a saber: **Manchester**: también conocida como señalización bifásica de banda base, cuyo funcionamiento es el siguiente. Un estado lógico “0” se representa sin

---

<sup>1</sup> Hago la aclaración insistiendo siempre en los términos “protocolos para comunicación de audio digital” para que se entienda que todos estos protocolos **no son audio digital**. Son el medio de transporte para el audio digital y otro tipo de información.

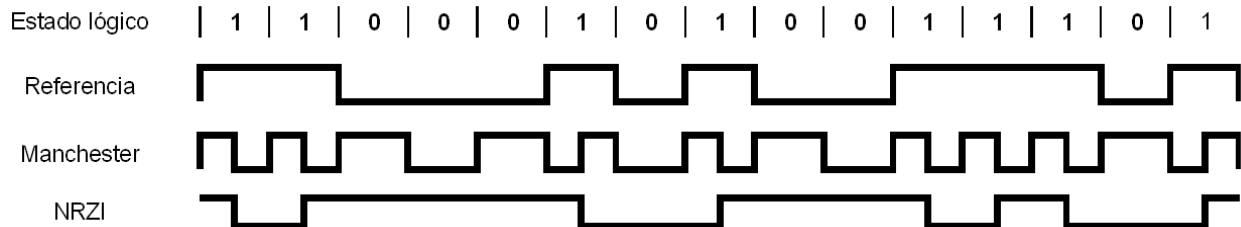
<sup>2</sup> Word Clock; vease la ficha de sonido anterior donde se explica el tema.

<sup>3</sup> La codificación es el modo en que el dispositivo receptor va a “entender” qué es un “uno” y qué es un “cero”. Además cumplen otras funciones derivadas que se relacionan con el contenido de corriente continua y jitter.

cambios de valor y un “1” con un cambio (en la duración del pulso); y entre cada bit siempre habrá una transición de estado.

**NRZI** (Non Return to Zero Inverting – Inversión de No Retorno a Cero): su desempeño es: cada vez que se presenta un estado lógico “1” se produce un cambio de valor.

Para poder asimilar mejor lo antedicho observemos la siguiente figura.



Para hablar de protocolos familiares vamos de lleno a conocer a las estrellas: AES/EBU <> S/PDIF (Audio Engineering Society / European Broadcasting Union – Sociedad de los Ingenieros de Audio / Unión Europea de Radiodifusión <> Sony Phillips Digital Interface Format – Formato de Interfaz Digital de Sony y Phillips).

Si bien los dos formatos no son idénticos (difieren en sus especificaciones de hardware y en el contenido de una mínima parte del bit de estado) se pueden estudiar en conjunto pues su compatibilidad es prácticamente total.

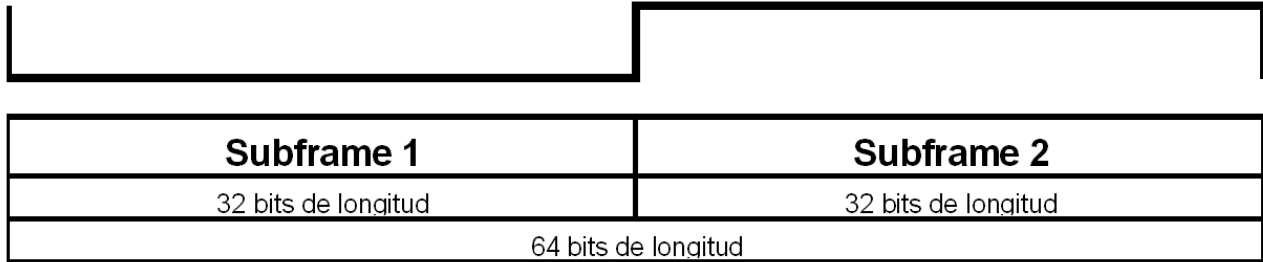
Veamos primero cuáles son las diferencias físicas:

Formato	Impedancia	Conector	Línea	Tensión
S/PDIF IEC958 Type II	75 $\Omega$	RCA	Asimétrica	0.2 V a 1 V
	-	TOSLINK	Óptica	5 V (TTL)
AES/EBU Profesional	110 $\Omega$	XLR3	Simétrica	2 V a 7 V
AES/EBU IEC958 Type I	75 $\Omega$	BNC	Asimétrica	0.8 V a 1.2 V



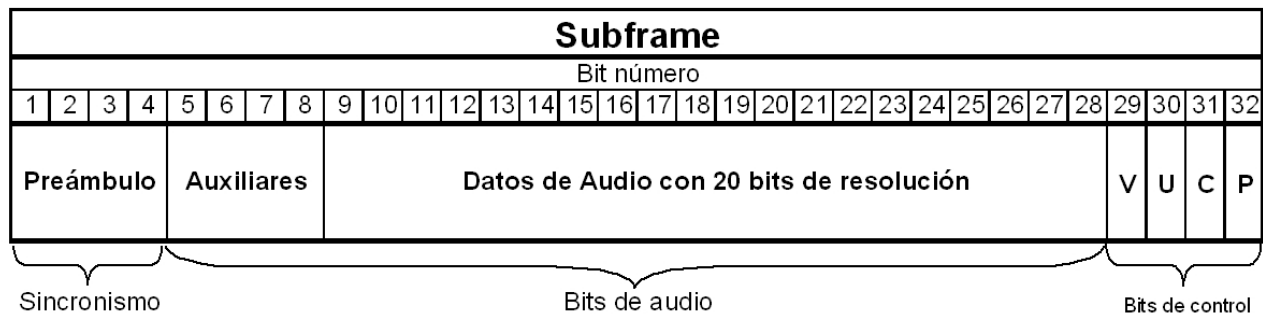
Debemos aclarar que estos formatos tienen contenida en sí mismo la información de WC lograda mediante el uso de un preámbulo específico. Cada palabra (frame) se compone de dos subframes de 32 bits, es decir que, en un ciclo de WC se alojan los dos canales del estéreo más los bits de comando llegando a una longitud de 64 bits en total. La figura muestra la estructura básica de la palabra de AES/EBU o S/PDIF.

**Ciclo de Word Clock correspondiente a una palabra completa**



Los dos formatos utilizan el código Manchester para componer la cadena de bits con excepción del preámbulo. El factor que determina la diferencia en la codificación del preámbulo es que éste tiene como propósito generar el sincronismo de WC, por lo tanto, la interfaz no lo debe confundir con ningún tipo de combinación de bits.

Cada subframe compone uno de los canales del audio estéreo (subframe 1: izquierdo o canal 1 y subframe 2: derecho o canal 2) y su estructura es la que muestra la figura.



Los bits 1 al 4 son los que garantizan la sincronía de WC y además tienen una estructura de aparición en la secuencia que establece los bloques de información.

Los datos que corresponden al audio PCM están ubicados desde el bit número 9 (siendo éste el menos significativo, LSB) hasta el bit 28 (más significativo, MSB). Cuando es necesario utilizar una resolución de 24 bits los 4 auxiliares, ubicados en los lugares que corresponden a los bits 5 al 8, son los que cobran protagonismo.

El bit número 29 "V" es de validación y se usa para indicar si los datos son de audio (lógica "0") o se trata de información de otro tipo que no sea audio (lógica "1").

El bit número 30 "U" es de usuario. Su estado lógico por defecto es "0" y en el caso que se requiera su aplicación la lógica cambia a "1". Cuando esto sucede, los bits apuntados como auxiliares acarrean la información pertinente.

El bit número 31 "C" es el de estado. Su función es la de brindar la información suplementaria del audio o no audio que se transporta y trabaja en conjunto con la organización de bloques.

El bit número 31 "P" es el de paridad. Sus estados lógicos se interpretan de la siguiente manera:

"0" señala una cantidad par de estados "0" en los bits 5 al 32.

"1" señala una cantidad par de estados "1" en los bits 5 al 32.

Por lo tanto se emplea paridad tipo par.

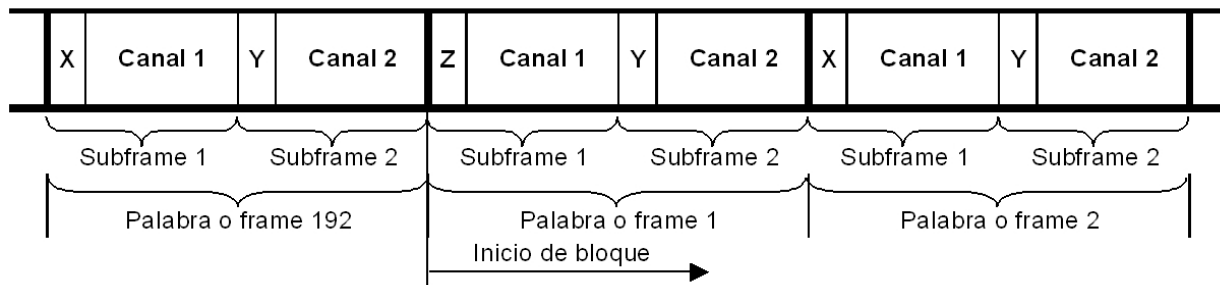
Cada palabra está compuesta por dos subframes y en el preámbulo se especifica el orden y su lugar dentro de cada uno de los 192 frames que componen un bloque. De esta manera se tienen tres tipos de preámbulos:

"X" es el que indica el inicio de cada palabra dentro de un bloque, marcando el principio del canal 1.

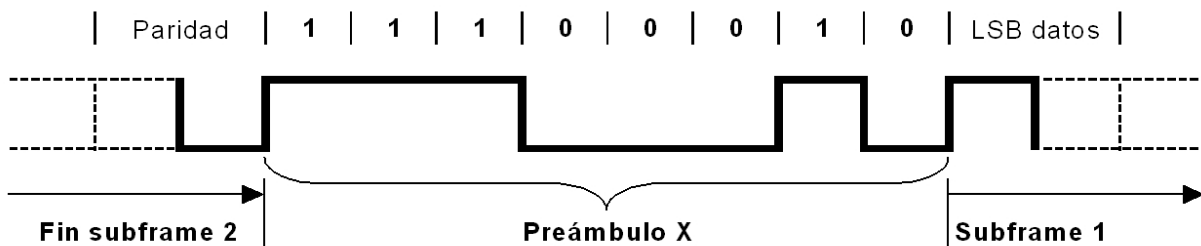
"Y" es el que muestra el comienzo del canal 2 en cualquier posición de un bloque.

"Z" es el que da origen a un bloque y por lo tanto al canal 1 del primer bloque.

Para entender mejor estos conceptos veamos la siguiente figura.



Habíamos señalado que el preámbulo es el responsable de establecer el sincronismo de WC, de indicar los subframes y definir el inicio de un bloque. Para los propósitos de sincronismo se estableció una codificación distinta de la que se usa en el formato de los datos (Manchester) y con una duración que emplea el doble de bits. Vale decir que el preámbulo está constituido por 8 bits que ocupan el lugar de 4 bits al inicio de cada subframe. El tipo de codificación es sólo por estado lógico, o sea, un "1" posee un estado "alto" y un "0" un estado "bajo".



Los valores lógicos que toman los tres preámbulos se determinan por el bit de paridad anterior y su organización es la siguiente:

Preámbulo	Bit de paridad anterior		Indicador de
	0	1	
<b>X</b>	11100010	00011101	Subframe 1 (canal 1 o izquierdo)
<b>Y</b>	11100100	00011011	Subframe 2 (canal 2 o derecho)
<b>Z</b>	11101000	00010111	Subframe 1 (canal 1 o izquierdo) inicio de bloque

Estudiamos ahora como se implementa el uso de los bloques. Cada vez que aparece un preámbulo "Z" se inicia un bloque que abarca 192 palabras de longitud. En cada subframe hay un bit de estado (bit número 31; figura 4) que si lo agrupamos de a 192 podemos organizarlos en 24 bytes. Estos bytes acarrean la información que se requiere para muchos propósitos, veamos:

Byte	bit N°							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	a	b	c		d	e		
1	f				g			
2	h			i			r	
3	j							
4	k		r					
5	r							
6	Datos alfanuméricos de origen 7 bits ISO 646 - ASCII							
9								
10								
13	Datos alfanuméricos de destino 7 bits ISO 646 - ASCII							
14								
17	Código de la primera muestra del bloque usando los 32 bits							
18	Posición temporal de la primera muestra del bloque usando los 32 bits							
21								
22								
22	Indicador de validez							
23	Código de redundancia cíclica							

**Byte 0:**

Está dividido en varios bits individuales.

bit 0 (a): con lógica "0" determina un uso de tipo consumidor; con estado "1" indica uso profesional.

bit 1 (b): "0" señala que los datos que se transmiten corresponden a audio PCM; "1" expresa que los datos no son de audio.

bits 2, 3 y 4 (c): determinan el tipo de énfasis para aplicar y como debe responder el receptor.

bit 5 (d): indicador de seguridad (con relación a la frecuencia de muestreo).

bit 6 y 7 (e): informa la frecuencia de muestreo con la que se trabaja.

**Byte 1:**

bits 0, 1, 2 y 3 (f): especifican el modo de transmisión del audio (mono, estéreo, etc.).

bits 4, 5, 6 y 7 (g): manejo de los bits de usuario.

**Byte 2:**

bits 0, 1 y 2 (h): uso y codificación de los bits de datos auxiliares.

bits 3, 4 y 5 (i): define la resolución de palabra (20 bits, 16 bits, 24 bits, etc.).

bits 6 y 7 (r): contempla los niveles de alineación en base a algunas normas vigentes (SMPTE RP155, EBU R68, etc.).

**Byte 3 (j):** se usa para los modos multicanal. Se utilizan varias combinaciones para definir el número de canal, tipo de formato, etc.

**Byte 4 (k y r):** Contiene la información específica de la frecuencia de muestreo para todos los valores (192 KHz, 88.1 KHz, 48 KHz, etc.) además tiene posiciones de memoria reservadas para cambios venideros.

**Byte 5 (r):** está reservado para aplicaciones en el futuro.

**Bytes 6, 7, 8 y 9:** Canal alfanumérico para información de los datos de origen. Para ello se utiliza el código ASCII (American Standard Code Information Interchange – Código Estándar Americano para Intercambio de Información).

**Bytes 10, 11, 12 y 13:** Canal alfanumérico para información de los datos de destino. Para ello se utiliza el código ASCII (American Standard Code Information Interchange – Código Estándar Americano para Intercambio de Información).

**Bytes 14, 15, 16 y 17:** Código que expresa el lugar o dirección de la corriente muestra. Su función es equivalente al contador de los dispositivos grabadores. Su valor se corresponde con la primera muestra del bloque.

**Bytes 18, 19, 20 y 21:** Tiempo y día de la muestra corriente. Su valor se corresponde con la primer muestra del bloque.

**Byte 22:** Determina la validez de los bytes anteriores. Simplemente indica si se van a usar o no.

**Byte 23:** Se usa con fines de detección y corrección de errores. Para esta tarea emplea la codificación CRCC (Cyclic Redundancy Check Character – Comprobación de Caracteres por Redundancia Cíclica).

Muy bien, hasta acá llegó mi amor; espero que la información les sirva para entender un poco más acerca de algo que cotidianamente usamos si tener mucha idea. Con conocimiento serio y consciente podremos encarar desafíos de mayor escala y debido a esa convicción es que ofrezco mi humilde aporte para el enriquecimiento de todos nosotros. El hecho de que haya centrado la explicación del formato AES/EBU y S/PDIF obedece a que son los más difundidos y usados por todos nosotros. Para aquellas personas interesadas en

profundizar sobre este protocolo, en [www.aes.org](http://www.aes.org) podrán encontrar el estándar completo.

Nos encontramos en la próxima y buenas grabaciones, pasadas por una interfaz S/PDIF, claro.

Carlos Indio Gauvron  
in\_dio\_ar@yahoo.com.ar