

CODIGO DE TIEMPO S.M.P.T.E. / E.B.U.

BREVE HISTORIA DEL SMPTE / EBU

- A comienzos de los años 50, las producciones de televisión se realizaban en directo o en cine; incluso filmando directamente de una pantalla para archivos o diferido. La calidad era muy baja y había problemas de retardo por los revelados; además quedaban pocas posibilidades de repetir el proceso o restaurar los datos. En Estados Unidos el problema se agravaba al existir gran desfase horario entre sus distritos, lo que exigía almacenar los programas y su difusión en diferido.
 - Los métodos de "corte y empalme" que tan bien funcionan en el montaje cinematográfico, no son apropiados para el video: por inexactitud, consumo de tiempo y por la delicada naturaleza de la cinta. Las imágenes grabadas en video no son directamente visionables y es complicado localizar los puntos de corte y más aún los intervalos del borrado vertical. Por ello el material de video empalmado, al reproducir produce saltos por la falta de continuidad de la señal de video.
 - En 1956 la empresa Ampex preparó la primera máquina capaz de grabar en soporte magnético la señal de video, el Magnetoscopio.
 - Durante algunos años se sigue utilizando, no obstante, el método de corte y empalme en los magnetocopios, con algunas mejoras. Uso de cinta magnética para localizar los pulsos de control, osciloscopios para mostrar la forma de onda en el punto de empalme. Pero la edición seguía siendo tediosa, complicada y no perfecta en resultados.
- En la década de los 60 aparecen los primeros editores electrónicos para video, permitiendo la transferencia de material grabado de un magnetoscopio a otro y con empalmes perfectos entre planos sin cortar ni manipular la propia cinta. Antes de realizar el empalme se debía buscar el punto adecuado (tarea en la que se podía cometer error de varios cuadros) y a continuación se marcaba electrónicamente dicho punto mediante un "tono pilotón" (grabado normalmente en una pista longitudinal auxiliar, pista de Cue).
- Lo que realmente se necesitaba era un sistema de numeración similar al de la película de cine, que permitiera la identificación individual de cada cuadro de video. La película cinematográfica dispone de un sistema de numeración lateral basado en pies; aunque no identifica cada cuadro, es fácil a partir de un "numero de pies" determinado contar fotogramas (manual o automáticamente) ya que la película está físicamente perforada y a cada fotograma le corresponde un cierto numero de perforaciones (1 en 16mm., 4 en 35 mm., etc.).
 - Al principio el material grabado en video se localiza por sistemas mecánicos que median la longitud de la cinta al pasar por el sistema de lectura; pero no es demasiado preciso ya que la cinta puede resbalar en los rodillos o estirarse con el tiempo. Otro medio de localización fue el conteo de impulsos de la pista de control. En una pista se graban una serie de impulsos electrónicos idénticos y equiespaciados. Dichos impulsos se asemejarían a las ranuras de la cinta de cine; una especie de perforaciones electrónicas. Pero si se deja de leer algún impulso (por ruido, distorsión, etc.) se pierde la precisión de la referencia, además los errores serían acumulativos, resultando al final errores de precisión grandes. Algunas máquinas utilizan conjuntamente los impulsos de la pista de control y las vueltas de los rodillos... para no perder la cuenta. Pero este sistema no es ideal.
 - La empresa California-based Company EECO desarrolló su sistema de sincro particular y otras varias empresas el suyo. Pero todos los sistemas eran incompatibles entre sí.
- En 1963, Ampex demostró un sistema de edición electrónica denominado Editek que permite controlar el punto de edición electrónicamente. El operador pulsa un botón y se graba en una pista un tono audible Cue Beep marcando el punto de edición. Las pistas a grabación, reproducción y rebobinado de las máquinas son automáticas. Esto permite, por fin, hacer preview para simular los empalmes antes de que ya no haya remedio. El sistema Editek no proporcionaba precisión de cuadro y el proceso de edición era lento, teniendo que borrar un Beep antes de escribir otro.
- En 1969, la Asociación de Ingenieros del Cine y la Televisión de los Estados Unidos (SMPTE) formó un comité que desarrollase un sistema codificado que acabase con todos los problemas de los sistemas anteriores y el resultado fue el código SMPTE, que fue inmediatamente adoptado por la Unión Europea de Radiodifusión (EBU), logrando que el sistema fuera verdaderamente universal.
- Es un conjunto de información codificada en forma de señal electrónica que se puede registrar en cintas de audio y video. Básicamente identifica cada una de las imágenes de video en términos de HORAS:MINUTOS:SEGUNDOS:FRAMES, permitiendo asignar temporización absoluta a los diversos eventos en ejecución (a cada instante le corresponde un evento, sin más). El código permite autosincronizarse al comienzo de cada cuadro de video, resultando imposible cualquier desplazamiento entre él y la imagen que identifica. Es autosincronizable (los pulsos de referencia se obtienen de la propia información de código de tiempo) y permite ser leído hacia delante y hacia atrás.
- Siendo una herramienta ideal para etapas de post-producción, actualmente, el SMPTE/EBU es la base de muchos sistemas de sincronización y edición electrónica de video y audio. Y extendiéndose a trabajos en el cine y a cualquier sistema multimedia y de Control del Show, donde las "imágenes" pueden ser cualquier otro tipo de acción.

CODIGO DE TIEMPO LONGITUDINAL (LTC)

Se graba (normalmente a -3 db) a lo largo de una pista de audio o video (pista de ordenes) y puede ser tratado como cualquier otra señal de audio (niveles de grabación, amplificación, etc.) ! No utilizar reductores de ruido, compresores, etc. ! Sin embargo, no es posible grabar la señal binaria directamente y se codifica siguiendo una pauta conocida como "marca bifase" y resulta inmune a la inversión de polaridad en el cable (no detecta niveles sino transiciones). Cada palabra de código LTC consta de 80 bits.

Limitaciones del LTC:

- Al ser una señal de tipo binario, presenta continuamente un alto nivel de señal, pudiendo causar diafonía en señales de audio adyacentes. Por ello se suele grabar un poquito baja, a -5VU e incluso -10VU.
- La frecuencia de los bits varía con la velocidad a que discurre la cinta y, aunque la lectura del código admite un rango entre 100 veces más rápido y 50 veces más despacio que la velocidad nominal, solo a ella la recodificación es óptima. *Usando aparatos de velocidad variable, a muy bajas velocidades la corriente inducida en las cabezas de audio es insuficiente para identificar el código (con imagen congelada no se lee nada), y a velocidades muy altas la cinta flota sobre el cabezal, mermando la corriente inducida (además de quedar limitado el ancho de banda de amplificadores y procesadores, no diseñados para lectura digital).*
- Ocupa una pista de audio de la cinta, que podría ser usada para otra cosa y se degrada con el uso normal y sobre todo con regrabaciones, aunque se puede regenerar en cada copia.

CODIGO DE TIEMPO DE INTERVALO VERTICAL (VITC)

Introducido en 1978 y modificado en 1980. A la vista de las limitaciones del LTC y cuando los VTR graban con suficiente calidad, se ideó el VITC. El código, en sí es el mismo que para LTC, pero la señal grabada y el sitio donde se graba, cambian. Se emplea modulación binaria directamente (sin emplear el código bifase). Un "1" corresponde a nivel alto y un "0" a bajo. Cada palabra de Código VITC consta de 90 bits (transmitidos en 52 μ sg.). La frecuencia nominal de bits es de 1.812.500 bits/sg. (Frecuencia de línea $x116 \pm 200$ bits/sg.).

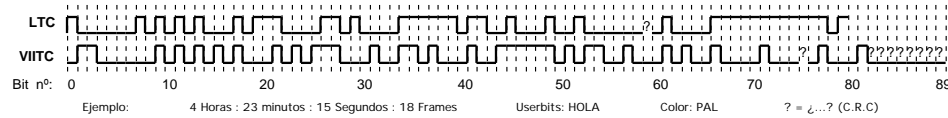
- El VITC se localiza en las líneas de borrado vertical, fuera del área de imagen (cualquier par de líneas de las 25 que dispone cada campo). Se graba por duplicado en 2 líneas no adyacentes de cada campo para reducir la posibilidad de error por "Drop-out" (normalmente las líneas 19 y 21 de los campos 1,3,5,7. Y las líneas 332 y 334 de los campos 2,4,6,8).
- Puede leerse a cualquier velocidad, incluso a imagen parada (si la imagen de video es visible, el código es detectable).

Alguna desventaja del VITC:

- Utiliza un espacio en la cinta que normalmente se destina a teletexto o señales de test.
- Al formar parte de la propia señal de video, es difícil añadir el código a imagen ya grabada.

UTILIZACION DEL CODIGO DE TIEMPO:

- Este sistema fue ideado para la sincronización de video... pero, los secuenciadores MIDI suelen aceptar su lectura/generación (mediante conversores Midi Time Code), los estudios de grabación pueden usar una pista para contenerlo y, además de tener un completo control del tiempo, sincronizar "pinchazos", claquetas y secuenciadores. Y en el control de un Show puede gobernar todo tipo de eventos (luz, pirotecnia, etc.).
- Para todos estos fines suele ser suficiente el uso del LTC (bastante económico); sin embargo para ensamblaje de video en estudio es imprescindible el VITC.
- Al grabar el código se suelen dejar unos segundos de "decalage" para que todo el sistema se "estabilice". Suele haber 3 maneras de arrancar la cuenta de un generador de T.C.:
 - TOD: sincronizar con la hora del día que indica el reloj interno del aparato (además de la fecha).
 - PRESET: introducimos, vía teclado, el nº de comienzo (quizás nos convenga establecer algún acuerdo de comienzo en determinados fragmentos).
 - SYNC: La cuenta es esclava de otra que viene de otro aparato.
- Confección de CUE LIST: Hay aparatos que permiten establecer dos listas paralelas; una con datos de código (tiempo) y la otra con acciones a ejecutar. Una vez que está establecida la lista, bastará con que ese aparato reciba una corriente de código para que el solo ejecute cada encomienda en su momento. Si disponemos varios de estos aparatos (cada uno responsable de un determinado "gremio") esclavos de un único master que dicte el tiempo, obtenemos un Control del Show muy eficiente.
- Si un mismo TC es compartido por muchos aparatos, es recomendable aislar las distintas electrónicas mediante amplificadores/separadores, para no sobrecargar la línea y, en caso de fallo en un aparato, que no repercuta en el resto.
- En el trabajo en cine la imagen va por un lado y el sonido por otro. Se puede establecer un acoplamiento mecánico para la sincronización (Clap/Clapper), pero si la cámara genera TC y el ATR lo graba (o al revés)... en las pantallas de ambos aparatos veremos correr el mismo nº...
- Es preciso que maestro y esclavos utilicen sendos NDF ó DF para que el TC sea bien interpretado. En todo caso, el DF debe ser traducido a NDF antes de los tiempos de offset, aunque para evitar cálculos excesivos, se pueden integrar ambas listas para que corran paralelas y conmutarlas.
- Existen CD con el código grabado.
- NTCS: National Television Standards Committee.
 - ATR: Audio Tape Recorder ==> lineal.
 - VTR: Video Tape Recorder ==> helicoidal.
 - TC: Código de Tiempo.
- CAV (Constant Angular Velocity): 30 minutos por cara. Hasta 54.000 frames en 5 sg.
- CLV (Constant Linear Velocity): 1 hora por cara. Sin búsquedas, ni posibilidad de pausado ni frames.
- Existe un Sony Frame Code solo usado en algún aparato Sony que se basa en 5 dígitos del 0 al 9.



EXPLICACION DEL DROP-FRAME: La frecuencia de cuadro del sistema NTSC en color es 29,97 y es necesario sincronizarla con un reloj normal de 30. Las conmutaciones del bit de Drop-Frame permiten esta acción. Si en lugar de 29,97 fr./sg. fueran 30, habría 0,03 sg. más cada sg. (30 cuadros y 17 líneas). Al cabo de una hora habría 108 cuadros de más (3,6 sg.). Para perder los 108 cuadros extra se establece lo siguiente: Al completar cada minuto se saltan los dos primeros frames del siguiente (frames 00 y 01 no existen). Pero a este ritmo perdemos 120 cuadros / hora. Así que los frames 00 y 01 se mantienen cada 10 minutos. Eliminamos los frames 00 y 01 de cada paso a nuevo minuto excepto los minutos 00, 10, 20, 30, 40, 50.

EXPLICACION DE LA MARCA BIFASE:
 El flujo magnético producido por una cabeza grabadora no está en relación directa con la cantidad de corriente aplicada, sino con la frecuencia con que varía esa corriente. Al grabarse una secuencia binaria con varios "unos" o "ceros" seguidos, se produciría una señal de muy baja frecuencia y, por tanto, poco apta para ser grabada con garantías.
 Por ello se procede a codificar el código de la forma siguiente: Cuando no hay ningún cambio durante un mismo ciclo de reloj se tratará de un "cero", con independencia que los valores fueran Cero o Uno. Cuando se produce un cambio de nivel durante un mismo ciclo de reloj, será Uno. Podemos decir que un pulso que dure medio bit representa un Uno, mientras que un pulso que dure un bit completo representará un cero.
 Con la codificación de Marca Bifase (ó Bifase-M, ó Código de Canal, ó FM) se asegura (a velocidad nominal) una frecuencia del tren de impulsos de:
 80°25 = 2000 bits/sg. (1 KHz.) en EBU.
 80°30 = 2400 bits/sg. (1,2 KHz.) en SMPTE.
 Así se asegura una transición al comienzo de todos los periodos de bit y no se manda componente continua ni bajas frecuencias a las cabezas grabadoras.

PALABRA DE CODIGO DE TIEMPO. La componen un total de 80 bits en LTC y 90 en VITC, distribuidos en grupos para distintas misiones. Es el conjunto de información codificada que corresponde a cada imagen de vídeo. Solo podrá haber una igual en toda la cinta.

DIRECCION DE CODIGO DE TIEMPO UNICO. Son 26 bits. Es el número de identificación de cada imagen de vídeo. Formato de 8 dígitos tipo reloj. Permite calcular duración de planos y programas, además de identificar escenas y cuadros. Define a que HORA (0 a 23) : MINUTO (0 a 59) : SEGUNDO (0 a 59) : FRAME (0 a ...) corresponde cada imagen grabada en la cinta.

FORMATOS NORMALIZADOS DE CODIGO DE TIEMPO: Partiendo de que la persistencia de una imagen en la retina es de 1/10 sg., se establece una cantidad de imágenes (frames o cuadros) por segundo la mitad que la frecuencia de red eléctrica, estableciéndose 4 formatos de código:
 ...24 frames/sg.: Películas de celuloide (llamado FSK)
 ...25 frames/sg.: TV. PAL y SECAM (llamado EBU). Australia y Europa.
 ...29,97 frames/sg. (30 Drop-Frame): TV. NTSC color (llamado SMPTE). USA y Japón.
 ...30 frames/sg. (30 Non-Frame): TV. NTSC mono y audio digital (llamado TRUE SMPTE). USA.

INFORMACION DE USUARIO (USER BITS). Son 32 bits en 8 bloques de 4. Disponemos de 8 dígitos por cuadro cifrados en formato BCD, Hexadecimal: o bien de 4 en formato ASCII. Información "personal" donde podemos apuntar el número de bobina, nº de toma, nº de plano... o cualquier otro aspecto de nuestra conveniencia. Se han propuesto métodos para que los bits de usuarios se sumen de varios cuadros para almacenar informaciones más largas.

INFORMACION DE COLOR (Bandera de Drop-Frame y de Color-Frame). Define si la información grabada es en Blanco y Negro, en Color NTSC o en color PAL.

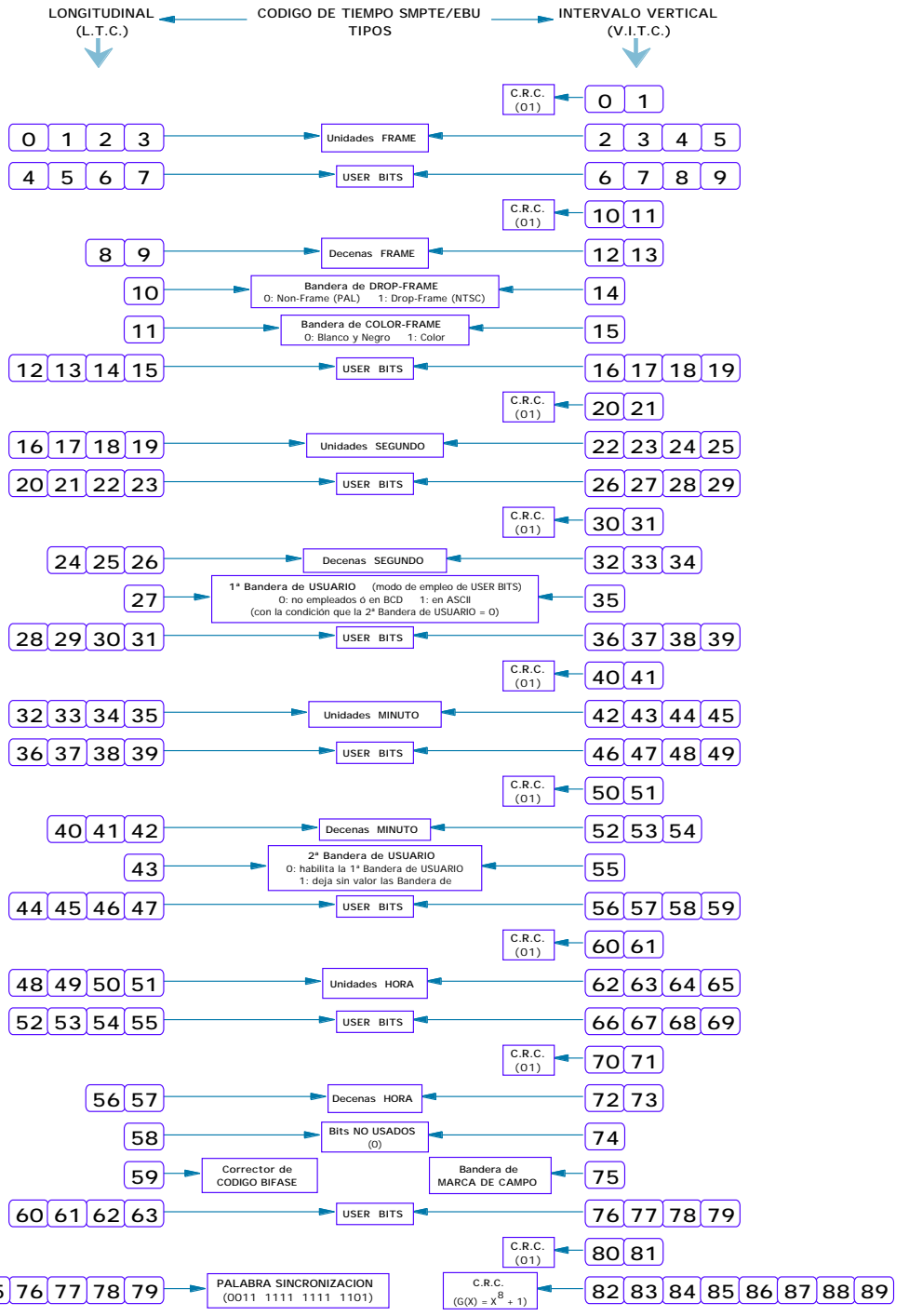
TIPO DE CODIGO DE USUARIO (Banderas de Usuario). Es un grupo de 2 bits que definen si los USER BITS son empleados y en que formato (BCD, ASCII).

INFORMACION DE SINCRONIZACION. En el caso de LTC, son 16 bits con valor predeterminado que definen el final de cada cuadro y permiten deducir el sentido de marcha del aparato. En el caso de VITC, son 18 bits en ciclo redundante C.R.C. (Cyclic Redundancy Checking) conformado en 9 rafagas de dos bits complementarios (un "0" y un "1") que se intercalan cada ocho bits de información.

BIT DE CORRECCION DE LA MARCA BIFASE (Solo en LTC). El bit 59 sirve para compensar las inversiones de fase introducidas por la modulación de marca bifase. Para que la transición entre el bit 79 de una palabra de código y el bit 0 de la siguiente tengan siempre la misma dirección, el bit 59 se pondrá en un estado tal, que los 80 bits comprendan siempre un número par de Ceros lógicos. Para ello, se cuentan los Ceros lógicos que haya en los bits 0 a 63 (incluido el propio 59); si la suma es impar, el bit 59 será Uno. Y si la suma es par, será Cero.

BITS DE COMPROBACION / CORRECCION (Solo en VITC). Existe un código de comprobación redundante y cíclico, formado por los bits 82 a 89. El polinomio generador de la redundancia cíclica G(x) se aplica desde los bits 0 a 81, ambos inclusive, y será: $G(X) = X^8 + 1$.

BIT DE MARCA DE CAMPO (Solo en VITC). Este bit permite al VITC identificar campos numerados pares e impares, sin necesidad de referirse a las señales de sincronización del campo. El Bit se fija a 1 durante los campos 2, 4, 6, 8. El Bit se fija a cero durante los campos 1, 3, 5, 7.



64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 → PALABRA SINCRONIZACION (0011 1111 1111 1101)