



**TDM – Time Division Multiplexing –
Multiplexación por división en tiempo
Trama E1**

Marzo 2013

José R. Salvador

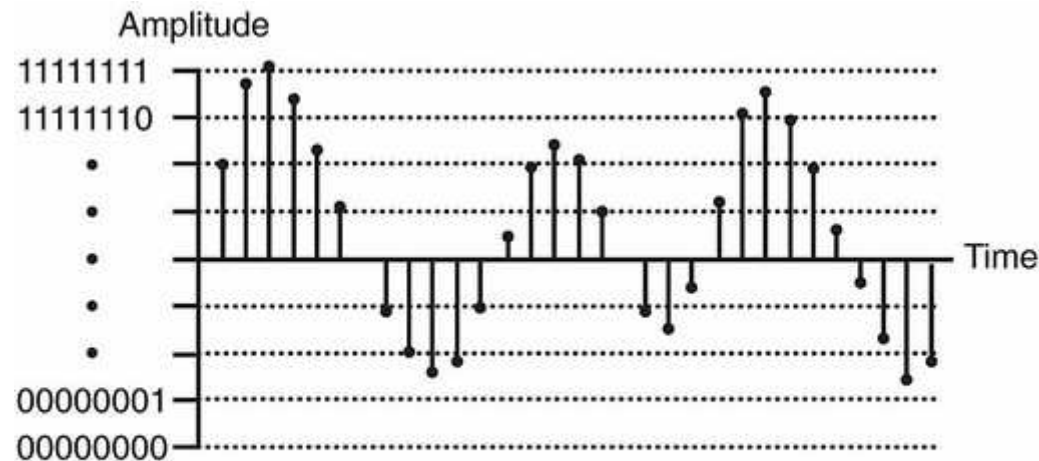
Indice

- TDM (Time Division Multiplexing)
- La trama E1
 - Formatos de trama
 - Multitrama
 - CRC4
- Alarmas y eventos en enlaces E1
- Sincronismo y fuentes de reloj

TDM – Multiplexación por división en tiempo

- Se asignan intervalos temporales individuales en la señal multiplexada a cada una de las diferentes fuentes de tráfico
- La velocidad de la señal multiplexada (compuesta) es la suma de las tributarias
- Si las diferentes fuentes llegan con diferente reloj (velocidad) se necesitan bits extra para 'relleno' y 'compensación' dentro de la señal multiplexada
- La velocidad básica en telefonía es de 64K debido a la codificación G711 PCM analógica a digital (4Khz, criterio de Nyquist – velocidad de muestreo $\geq 2 \times$ ancho de banda – 8Khz x 8 bits por muestra = 64 Kbps)

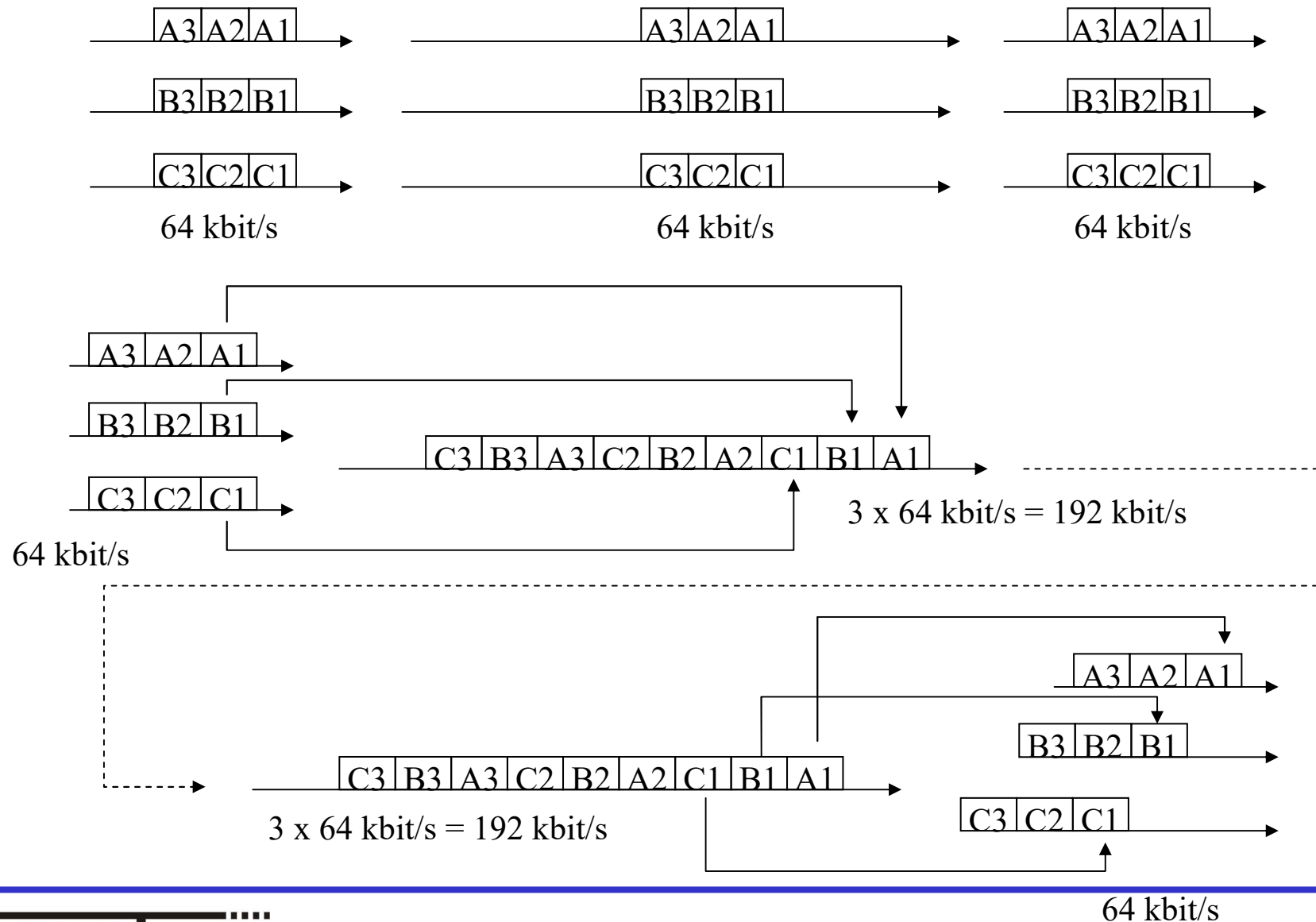
Codificación de voz según G711



Uniformly Quantized PCM Signal

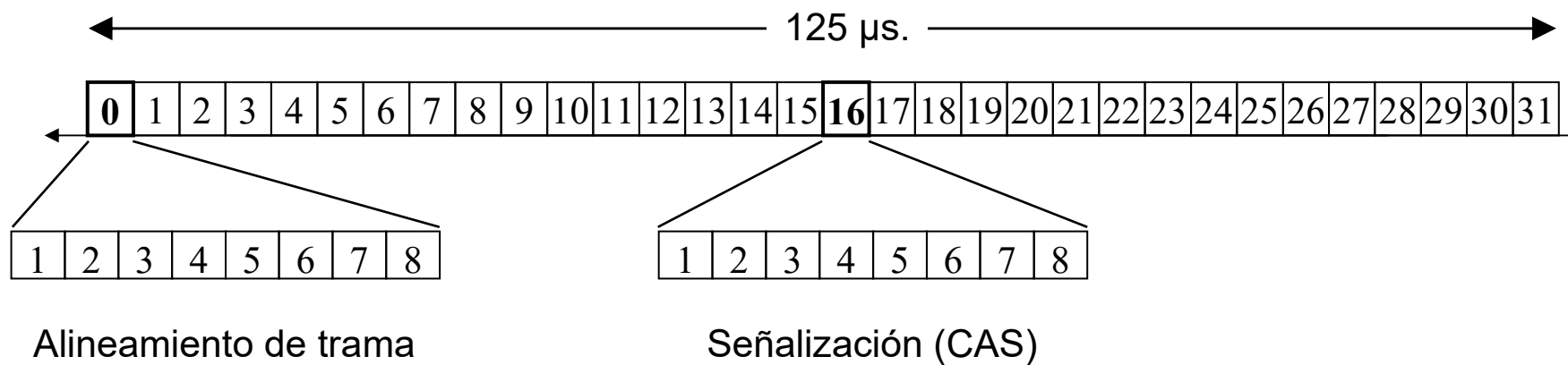
- 8 bits por muestra permiten codificar 256 niveles de señal en la amplitud de la señal de audio
- Tomamos muestras con una frecuencia de 8 Khz, es decir, cada 125 microsegundos

TDM – Multiplexación por división en tiempo



Formato de trama G704

- Multiplexa 32 canales (cada uno de 64K) en un flujo a 2,048Mbps (cada 125 microsegundos)
- Cada intervalo 'timeslot' contiene 8 bits (byte multiplexing) de cada fuente de tráfico (tributaria)
- Si no existe alineación de trama -> 'clear channel' – caudal de 2048K completos para tráfico de usuario



Alineamiento de trama

- El primer timeslot (TS0) se usa para el alineamiento de trama (permite discernir dónde comienza la trama de forma que contando los bits de 8 en 8 podemos saber a qué tributaria pertenece cada grupo de 8 bits dentro de la trama)
- El TS0 en las tramas pares se usa para alineamiento de trama (FAS – frame alignment sequence)

X	0	0	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

- El TS0 en las tramas impares NO se usa para alineamiento de trama (NFAS)

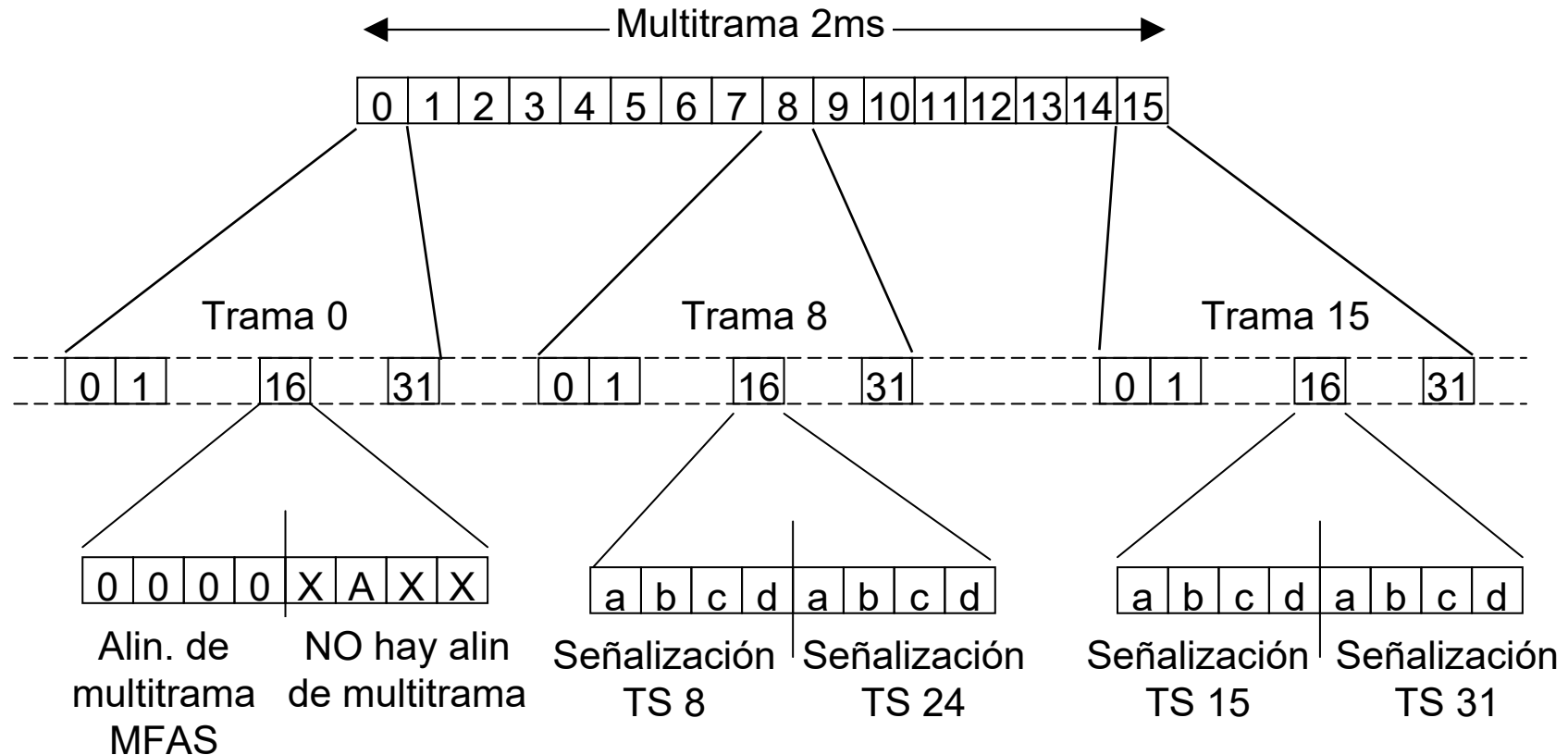
X	1	A	S4	S5	S6	S7	S8
---	---	---	----	----	----	----	----

- X: reservado para uso internacional o para CRC (detección de errores)
- A: bit de alarma. Indica que el extremo remoto ha detectado una pérdida de señal (LOS)
- S4 – S8: bits libres. Normalmente se usan para gestión en banda entre extremos.
- Proceso de alineamiento de trama: espera FAS, espera 32 TS y comprueba si el segundo bit es '1'. Espera 32 TS más y verifica FAS de nuevo

Formatos de trama

- 'Clear channel' o transparente: sin formato de trama (es un único flujo de 2048Kbps sin multiplexación)
- PCM31/31C: alineamiento de trama pero el TS16 se usa para tráfico (NO señalización) (CCS: common channel signalling)
- PCM30/30C: alineamiento de trama y el TS16 se usa sólo para señalización (CAS: channel associated signalling)
- Qué se transmite en la señalización...? Off hook (descolgado), on hook (colgado), ringing (timbre), no dialtone (no hay tono de discado), ...

CAS - Multitrama



- Para usar un único canal (TS) para señalar diferentes tributarias es necesario definir el concepto de multitrama
- Multitrama = 16 tramas = $0,125\text{ms} \times 16 = 2 \text{ ms}$
- Cada bit de señalización (a/b/c/d) tiene un flujo de 500 bit/s: $64\text{k} / 16 = 4\text{k}$. $4\text{k} / 8 = 500 \text{ bit/s}$.

CAS Multitrama

- Los bits a/b/c/d se usan también en enlaces E&M entre sistemas radio o centralitas analógicas señalizando el estado de los contactos E y M en ambos extremos
- E = earth; M = mouth
- El valor 0000 no es posible pues coincide con la palabra de pérdida de multitrama (MFAS loss)
- Cuando sólo se usa el bit A para señalización (los bits BCD no se usan), éstos deben fijarse a: B=1, C=0, D=1 (101).
- IETF R2 (ITU Q.4XX) es un estándar de señalización entre sistemas telefónicos a través de los bits abcd en CAS

CRC4

- Es un código de redundancia cíclica de 4 bits (CRC) usado para la detección (no corrección) de errores dentro de la trama
- Los bits CRC en las tramas 0, 2, 4 y 6 permiten detectar errores en las semi multitrama previamente enviada/recibida (tramas 0 a 7).
- Los bits CRC en las tramas 8, 10, 12 y 14 permiten detectar errores en las semi multitrama previamente enviada/recibida (tramas 8 a 15).

Bits CRC4 dentro de la estructura de trama

SMF	Frame	TS0								
1	0	FAS	C1	0	0	1	1	0	1	1
	1	NFAS	0	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	2	FAS	C2	0	0	1	1	0	1	1
	3	NFAS	0	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	4	FAS	C3	0	0	1	1	0	1	1
	5	NFAS	1	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	6	FAS	C4	0	0	1	1	0	1	1
	7	NFAS	0	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
2	8	FAS	C1	0	0	1	1	0	1	1
	9	NFAS	1	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	10	FAS	C2	0	0	1	1	0	1	1
	11	NFAS	1	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	12	FAS	C3	0	0	1	1	0	1	1
	13	NFAS	E	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}
	14	FAS	C4	0	0	1	1	0	1	1
	15	NFAS	E	1	A	S _{a4}	S _{a5}	S _{a6}	S _{a7}	S _{a8}

SMF: sub multiframe (1 = tramas 0 a 7; 2 = tramas 8 a 15) - C1 a C4: CRC bits

E: puesto a '1' indica error en el CRC recibido

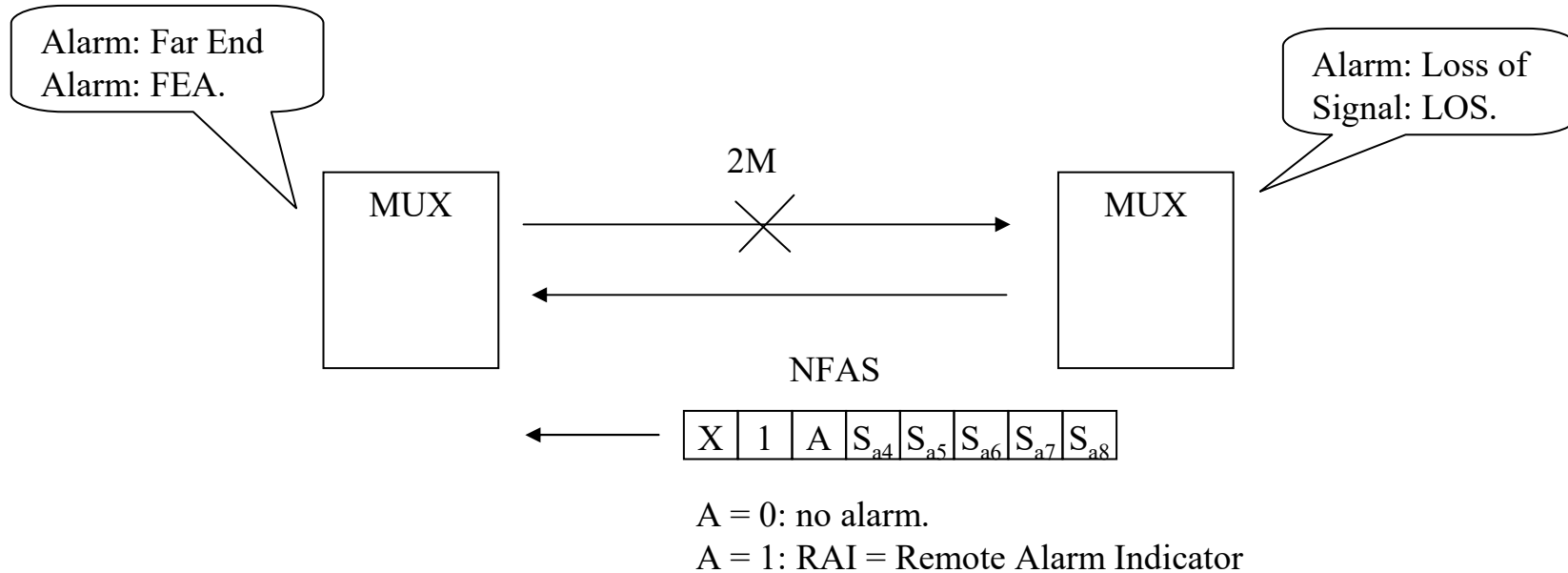
A: alarma remota

S_{a4} a S_{a8}: bits libres para uso internacional o gestión en banda entre equipos extremos

Alarmas y eventos

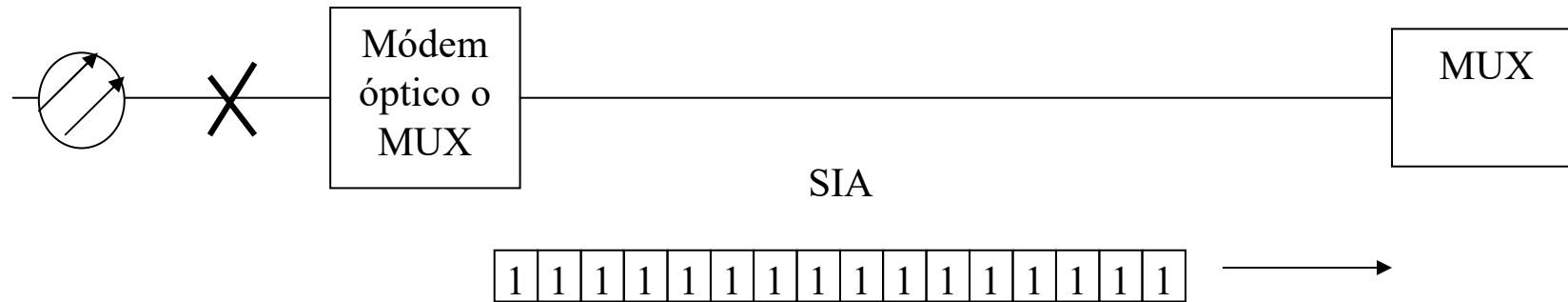
- LOS = Loss Of Signal (no hay señal física recibida en la interfaz)
- LOF = Loss Of Frame (hay señal física válida G703 pero no hay estructura de trama según G704)
- LOMF = Loss Of Multiframe (trama válida pero no hay estructura de multitrama)
- AIS (Todo '1'): se produce cuando se reciben '1' continuos (al menos 509 de los últimos 512 bits, por tanto menos de 3 '0' en dos tramas consecutivas)

Alarmas y eventos (II)



- RAI se activa en caso de que el extremo remoto detecte:
 - LOS/LOF o BERT > 10E-3
- RAI permite saber al MUX local que el MUX remoto tiene alguna alarma en recepción

Alarmas y Eventos (III)



- El MUX local transmite SIA (todo '1') a través del puerto eléctrico G703 hacia el MUX remoto. De esta forma le informa que NO puede entregar tráfico de usuario válido (en este caso porque tiene una LOS en el puerto óptico)

Sincronismo y fuentes de reloj

- Los sistemas de transmisión TDM por multiplexación por división en el tiempo son síncronos por naturaleza
- Síncrono – todos los nodos de la red necesitan trabajar con un reloj común para poder insertar o extraer la información de los diferentes flujos a un ritmo idéntico – el nodo debe muestrear el flujo exactamente en el centro del bit para minimizar los efectos de la distorsión
- Si el reloj no es único – la deriva de los relojes individuales provoca deslizamientos o 'slips' – acabamos repitiendo un bit (muestreamos dos veces la misma muestra) u omitiéndolo (muestreamos justo antes y justo después de la muestra)
- Conclusión: debe existir un reloj patrón (master) en toda la red

Sincronismo y fuentes de reloj

- Todos los nodos de la red deben sincronizarse con el reloj patrón
- El reloj patrón puede ser:
 - Una fuente externa de reloj (GPS, oscilador de precisión, ...) (RELOJ EXTERNO)
 - El oscilador interno de uno de los equipos (en redes reducidas no es tan importante la precisión del reloj patrón sino el hecho de que todos los nodos se sincronicen con este reloj patrón) (RELOJ INTERNO)
 - El extraído de una señal síncrona de entrada al nodo (por ejemplo un E1) (RELOJ ESCLAVO)
- Si a un nodo de la red tenemos conectado un reloj patrón GPS a través de una entrada de sincronismo este nodo se configurará con reloj externo y enviará este reloj al resto de nodos que deberán configurarse con reloj esclavo

Gracias

Alguna pregunta ?