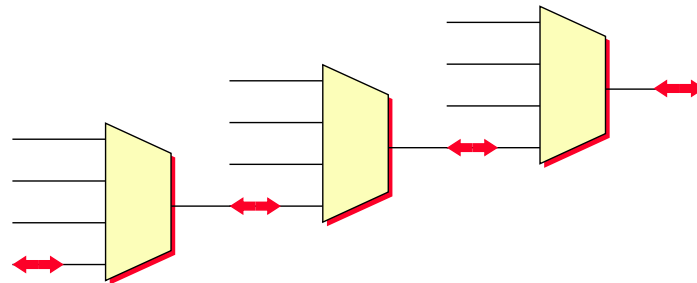
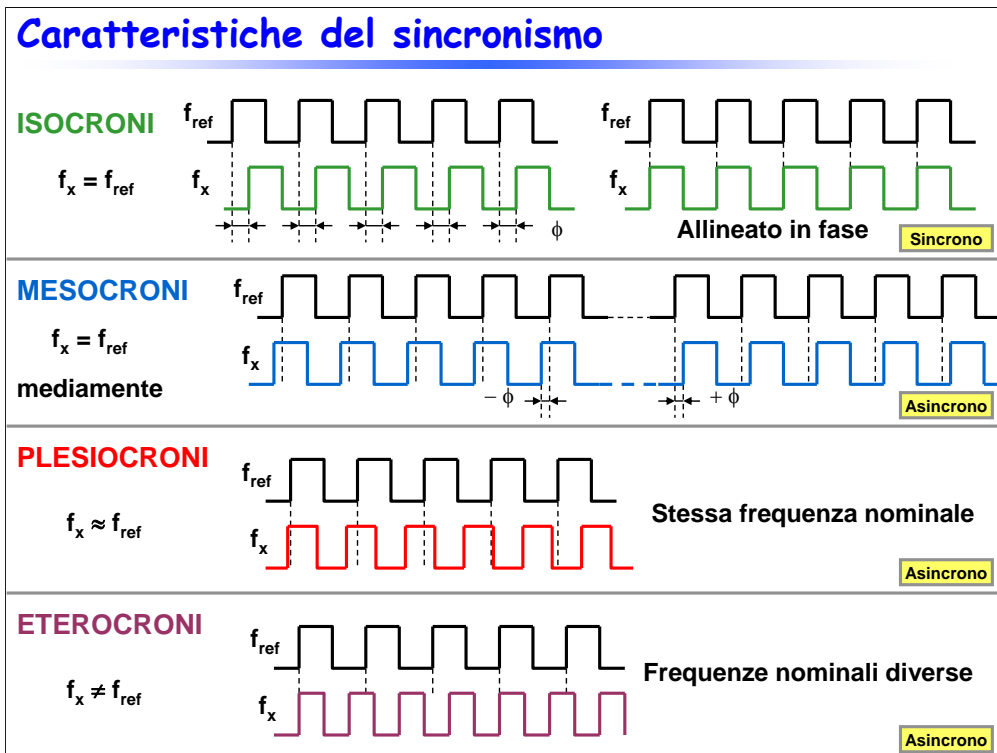


## SDH - Tecnica sincrona

**SDH**



**Richiami sulla multiplazione  
PDH e sulla temporizzazione**



Nel momento in cui si prende in considerazione la relazione tra i cronosegnali associati a due distinti segnali numerici, occorre fare importanti considerazioni. A tale riguardo e per comprendere i concetti che stanno alla base della tecnica SDH, è utile classificare i segnali numerici dal punto di vista della temporizzazione. Due segnali numerici si dicono:

**isocroni** (sincroni), se la fase tra istanti caratteristici corrispondenti nei cronosegnali associati non varia nel tempo. Un caso particolare di segnali sincroni è quando i fronti coincidono. In tale condizione, ottenibile con l'utilizzo delle memorie tampone, i segnali si dicono allineati:

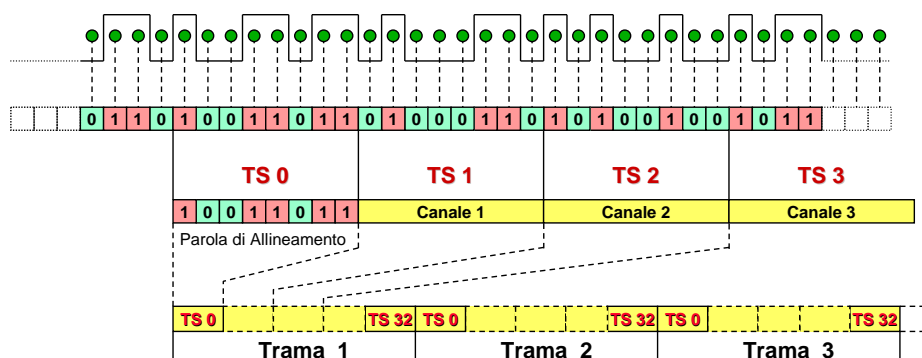
**mesocroni**, se i rispettivi cronosegnali associati hanno esattamente la stessa frequenza media;

**plesiocroni**, se i rispettivi cronosegnali associati hanno frequenze che, a seconda della precisione dei rispettivi oscillatori, differiscono tra loro da un valore assegnato, detto frequenza nominale. Le differenze sono comunque tali da essere rigorosamente contenute entro limiti stabiliti dalla raccomandazione ITU-T G.811;

**eterocroni**, se i rispettivi cronosegnali associati hanno frequenze nominali diverse.

Nel campo delle reti numeriche, i due tipi di segnale di maggiore interesse pratico sono i segnali "mesocroni" e quelli "plesiocroni". Infatti la condizione di perfetto sincronismo implicita nella definizione di "segnali sincroni" non è realizzabile dal punto di vista pratico tra segnali trasportati in una rete geograficamente estesa, a causa delle variazioni di fase accumulate lungo i collegamenti tra i nodi della rete. Quindi segnali che nascono rigorosamente sincroni, generati cioè a partire da un unico clock, possono, al termine dei loro rispettivi tragitti nella rete, risultare fortemente degradati dal punto di vista delle relazioni di sincronismo, pur mantenendo, nel lungo termine, la caratteristica di avere la stessa frequenza media. Pertanto in una rete numerica sincrona i segnali, che dovrebbero risultare sincroni, sono di fatto tra loro mesocroni. In particolari situazioni poi alcuni segnali possono risultare, per limitati intervalli di tempo, plesiocroni rispetto alla rete.

## Sincronismi su un segnale PCM 2Mb/s

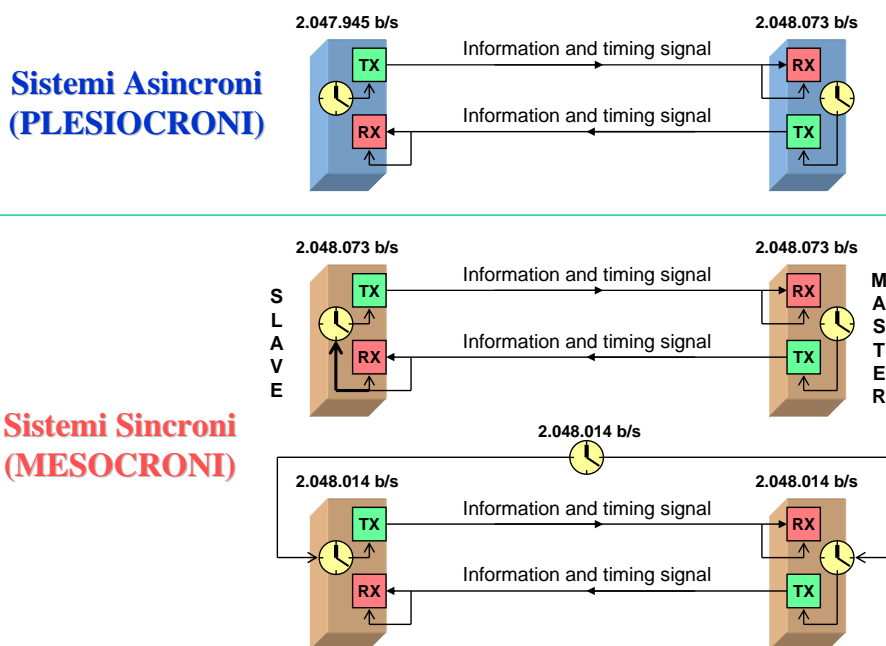


- 1 - Sequenza binaria
- 2 - Estrazione della temporizzazione per determinare l'esatta cadenza dei bit
- 3 - Riconoscimento dei simboli binari
- 4 - Riconoscimento della parola di allineamento (sequenza fissa di bit)
- 5 - Sincronismo di otetto (ogni otto bit partendo dalla P.A.)
- 6 - Sincronismo di trama mediante il conteggio di 32 time slot
- 7 - Sincronismo di multitrama mediante il conteggio di 16 trame

Nel descrivere le caratteristiche ed i vantaggi della gerarchia SDH occorre ricordare che in tutti i sistemi numerici di trasmissione è necessario garantire la sincronizzazione a tre diversi livelli. Nella trasmissione PCM questi livelli sono rispettivamente bit, time-slot e trama, a cui corrispondono, nella trasmissione dati, bit, carattere e messaggio.

I sistemi numerici PCM sono basati sulla tecnica di trasmissione dei dati ad una bit rate fissa su una linea che è mantenuta attiva anche quando non è inviata nessuna informazione, in modo che il ricevitore possa derivare la propria temporizzazione dal segnale in arrivo. Tale tecnica consente la sincronizzazione a livello di bit, mentre l'allineamento a livello di canale (Time Slot) e di Trama si ottiene mediante il riconoscimento della parola di allineamento ed un formato di trama prefissato.

## Sistemi Sincroni e Sistemi Asincroni



Gli apparati PCM possiedono un oscillatore interno con il quale viene sincronizzato il trasmettitore. Per la gerarchia primaria PCM il valore nominale della frequenza di oscillazione è pari a 2.048 Mb/s. In realtà, tale valore, può variare, per effetto della deriva termica o della tolleranza dei componenti con cui è realizzato l'oscillatore, entro certi limiti stabiliti dalla raccomandazione G.703 (per la Bit Rate di 2048 Kb/s sono ammesse variazioni di  $\pm 50$  ppm).

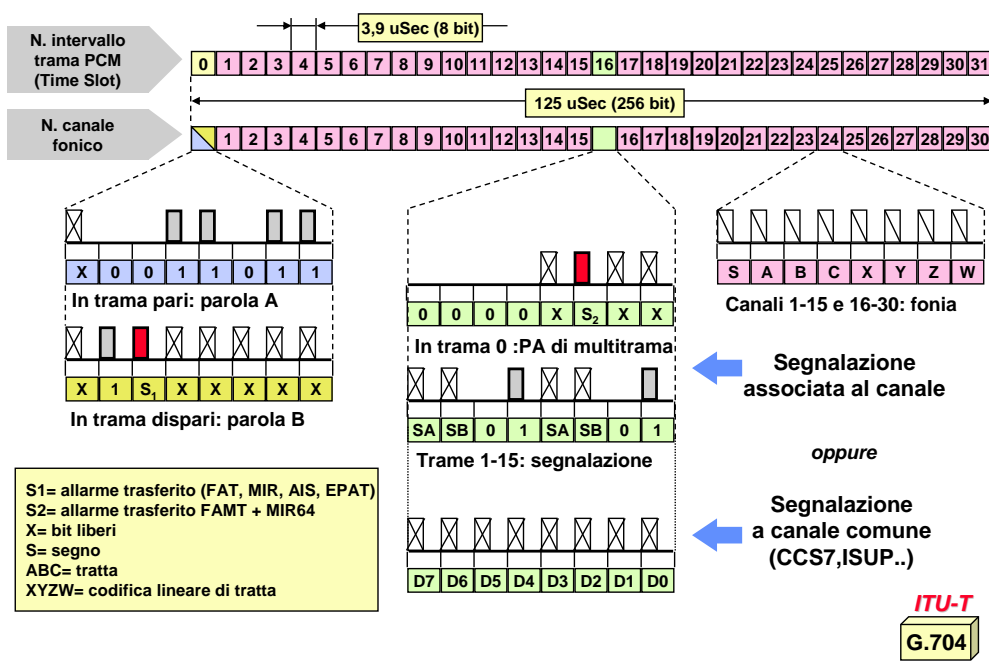
Il ricevitore dei sistemi PCM invece, al fine di garantire il corretto riconoscimento del simbolo binario, deve sempre essere sincronizzato con il clock estratto dal segnale in ricezione.

Se il funzionamento dei sistemi avviene mediante la propria frequenza di libera oscillazione allora siamo in regime di funzionamento asincrono o plesiocrono. In tale regime ciascun ricevitore deriva il proprio sincronismo di bit dal segnale entrante e le due frequenze possono essere diverse nei due sensi di trasmissione.

Nel caso invece in cui si desideri sincronizzare tra di loro i sistemi occorre modificare la frequenza di libera oscillazione degli orologi "agganciandoli" tra loro. Ciò può avvenire asservendo uno dei due apparati al proprio corrispondente che diventerà quindi il master (metodo delle centrali numeriche), oppure asservendo entrambi gli apparati ad un orologio centralizzato (rete flessibile), generalmente più preciso, mediante una opportuna rete di distribuzione del sincronismo.

Le situazioni di rete considerate evidenziano come, l'introduzione dei sistemi a commutazione numerica (centrali numeriche e RED), porti come necessaria conseguenza ad una architettura di rete sincrona.

## Richiami: Struttura di trama 2,048 Mb/s



Per il segnale PCM multiplex primario a 2,048 Mb/s (primary rate), il sistema Europeo prevede una frequenza di campionamento uguale a 8 KHz e di conseguenza il periodo di trama pari a 125 uSec, periodo entro il quale deve essere completata l'operazione di codifica di un campione per ogni segnale da moltiplicare.

La trama PCM è suddivisa in 32 intervalli di canale o time slot (numerati da 0 a 31), di cui soltanto 30 (i time slot da 1 a 15 e da 17 a 31) sono occupati dall'informazione fonica, ovvero da un campione codificato con 8 cifre binarie secondo la legge di quantizzazione detta A-law.

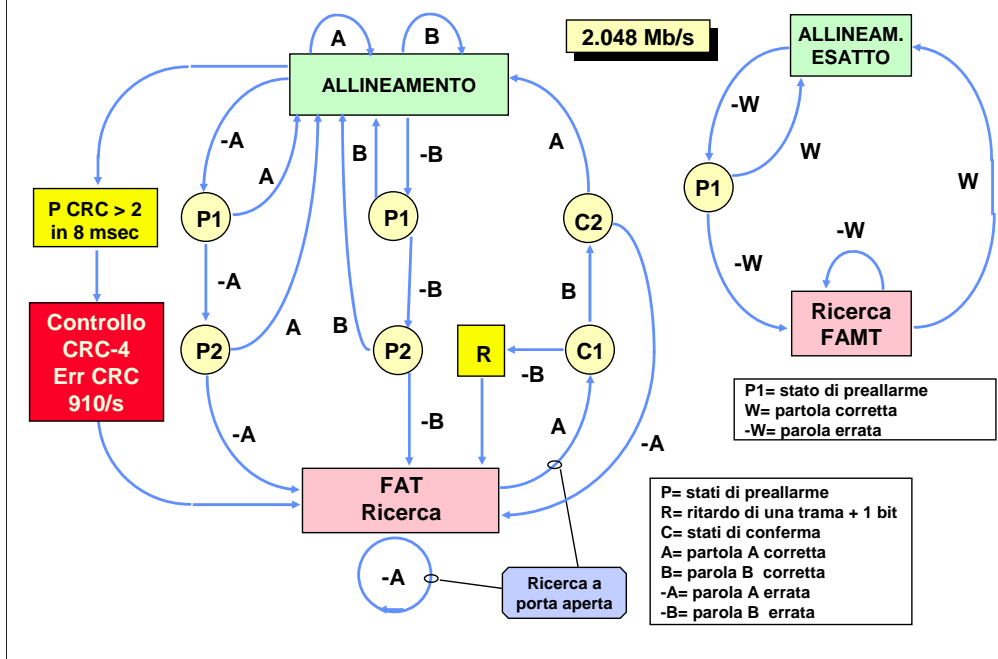
I time slot 0 e 16 contengono invece due parole, anch'esse di 8 bit, che codificano rispettivamente le informazioni di allineamento trama e quelle di segnalazione telefonica.

Nella parola di allineamento trama alcuni bit sono destinati a funzioni di servizio.

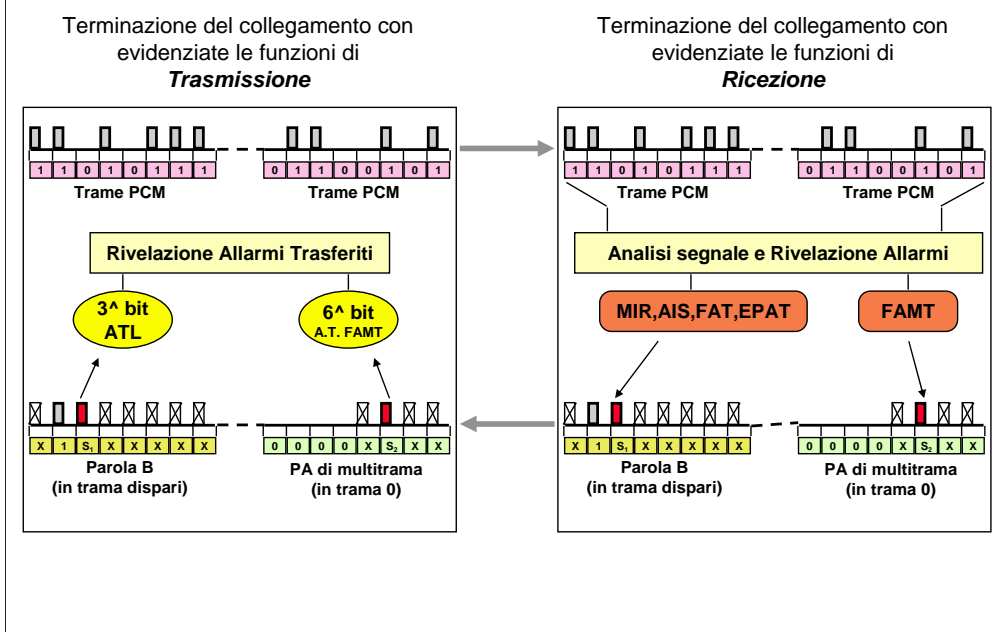
Nel caso in cui i canali della trama siano occupati da informazioni di tipo dati piuttosto che foniche, la segnalazione non è necessaria; pertanto il time slot 16 può essere utilizzato come canale utente ed assume la numerazione di 31° canale.

Viene così realizzata una struttura ad interallacciamento di intervalli di canale (channel time-slot interleaving) ovvero ad interallacciamento di parola (byte interleaving) alla quale corrisponde una frequenza di cifra del segnale numerico uscente pari a 2,048 Mb/s.

## Strategia di allineamento della trama a 2Mb/s

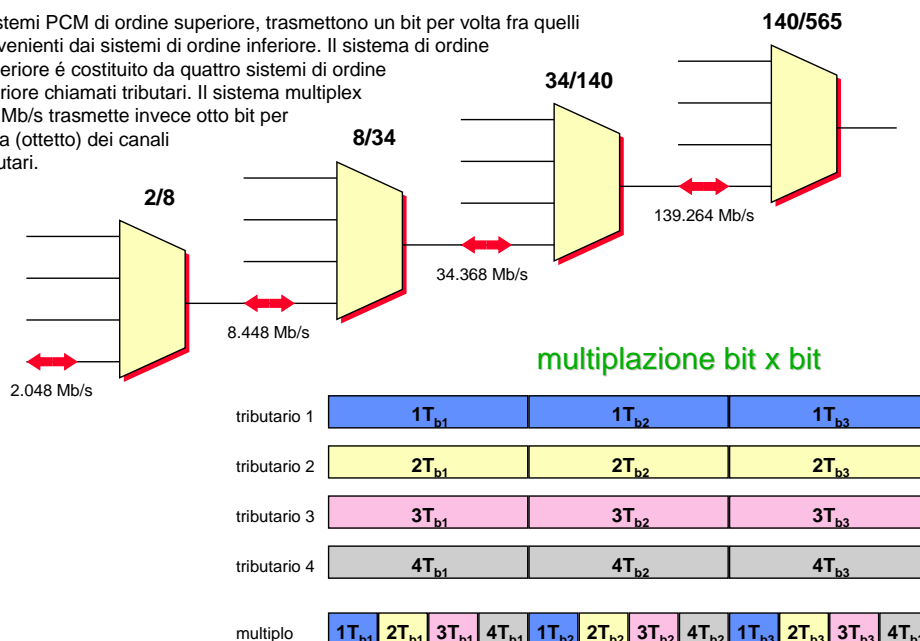


## Trasferimento allarmi nei sistemi a 2 Mb/s



## Richiami: Sistemi PCM di ordine superiore

I sistemi PCM di ordine superiore, trasmettono un bit per volta fra quelli provenienti dai sistemi di ordine inferiore. Il sistema di ordine superiore è costituito da quattro sistemi di ordine inferiore chiamati tributari. Il sistema multiplex a 2 Mb/s trasmette invece otto bit per volta (ottetto) dei canali tributari.



### Time-slot Interleaving (multiplazione parola per parola)

L'interallacciamento è realizzato moltiplicando nell'ordine un gruppo di cifre (time-slot di 8 bit) del primo tributario, uno del secondo, uno del terzo e così via. Questo metodo viene impiegato nella multiplazione PCM per la formazione del 2 Mb/s partendo da segnali tutti codificati a pacchetti di 8 bit.

La multiplazione parola per parola ha la particolarità di mantenere il significato intrinseco del tributario. Infatti, nel caso di creazione del segnale PCM a 2 Mb/s le parole appartenenti ai canali interallacciati tra di loro mantengono il significato della codifica del campione o, nel caso di trasmissione dati, del byte del segnale a 64 Kb/s.

Inoltre la trama PCM a 2 Mb/s, non prevedendo meccanismi di giustificazione, richiede che i tributari entranti siano tutti sincroni con il multiplex PCM a 2Mb/s.

Questa caratteristica, insieme ad una durata della trama fissa (pari a 125  $\mu$ Sec), è stata recepita anche nella definizione della gerarchia SDH e consente una maggior semplicità nelle operazioni di estrazione/inserzione di un tributario senza dover demultiplare e rimultiplare tutto il segnale aggregato (operazione di Drop Insert).

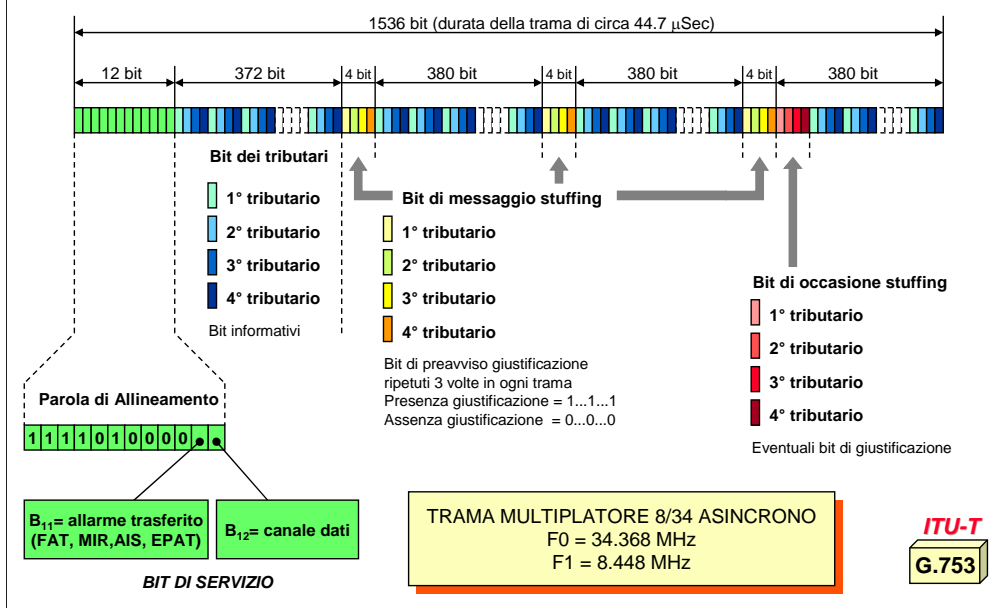
### Bit Interleaving (multiplazione bit per bit)

L'interallacciamento avviene moltiplicando nell'ordine un bit del primo tributario, uno del secondo, uno del terzo e così via. Questa tecnica viene impiegata normalmente nella multiplazione numerica poiché è più flessibile ed economica, in quanto richiede memorie tampone di dimensioni minori; è inoltre più adatta alla multiplazione di segnali codificati in modo molto diversi tra di loro poiché prescinde dalla struttura di trama del tributario.



## Richiami: Struttura di trama PDH

### Multiplazione asincrona del 3° ordine (34,368 Mb/s)



Nei multiplex numerici asincroni la sincronizzazione di cifra viene attuata mediante la tecnica del pulse-stuffing (riempimento ad impulsi o giustificazione positiva), tecnica normalizzata in ambito internazionale.

In fase di multiplazione le cifre binarie di ogni tributario vengono scritte, nella relativa memoria di multiplazione, con la frequenza di scrittura estratta dal tributario stesso. La frequenza di lettura, ricavata invece dall'orologio locale ed uguale per tutte le memorie, ha un valore sempre leggermente maggiore di quello massimo ammesso per le frequenze di scrittura.

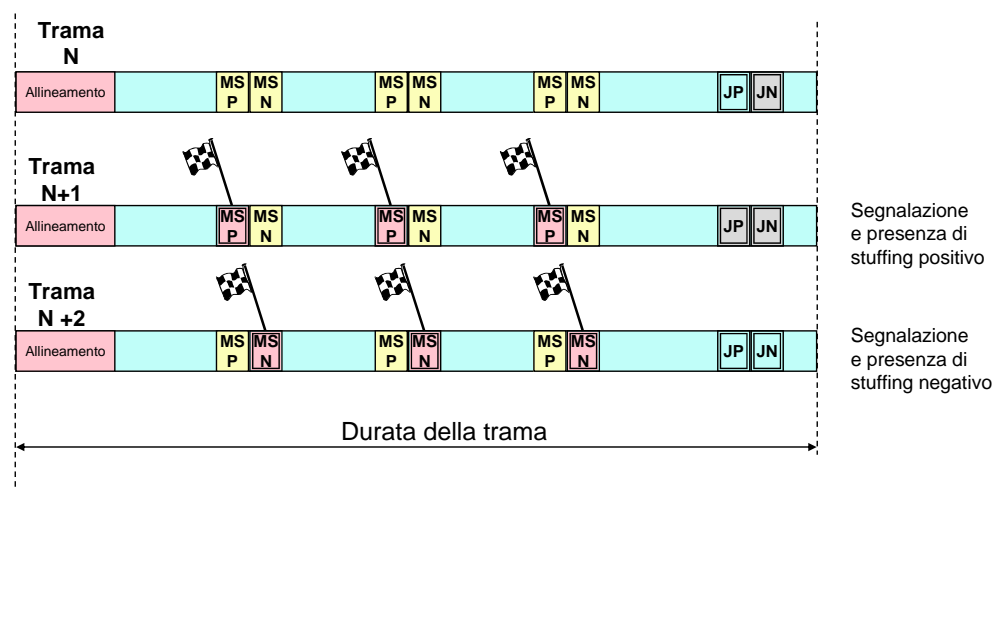
Questo fenomeno tenderebbe a provocare il progressivo svuotamento delle memorie tampone; la tecnica del pulse-stuffing prevede, dopo il superamento di una predeterminata soglia di svuotamento, l'inibizione della lettura (stuffing) in corrispondenza di predeterminate posizioni all'interno della trama (occasione di stuffing) ove vengono "inserite" cifre fittizie prive di informazione dette cifre di riempimento.

L'eventuale presenza di bit di riempimento in ciascuna trama deve essere segnalata al terminale remoto per permettere di ignorare tali bit nella ricostruzione del segnale tributario durante la demultiplazione: per tale segnalazione vengono inserite nella trama, all'atto della multiplazione, particolari cifre aggiuntive, dette di preavviso stuffing o di messaggio stuffing.

Poiché queste informazioni di preavviso stuffing sono pregiate (una errata interpretazione porterebbe ad uno slip a livello di tributario) vengono codificate con 3 o 5 bit (accept majority vote).

I bit di messaggio stuffing e di stuffing sono indipendenti per ogni tributario anche se sono affiancati l'uno all'altro in un punto ben preciso della trama.

## Segnalazione per giustificazione positiva e negativa



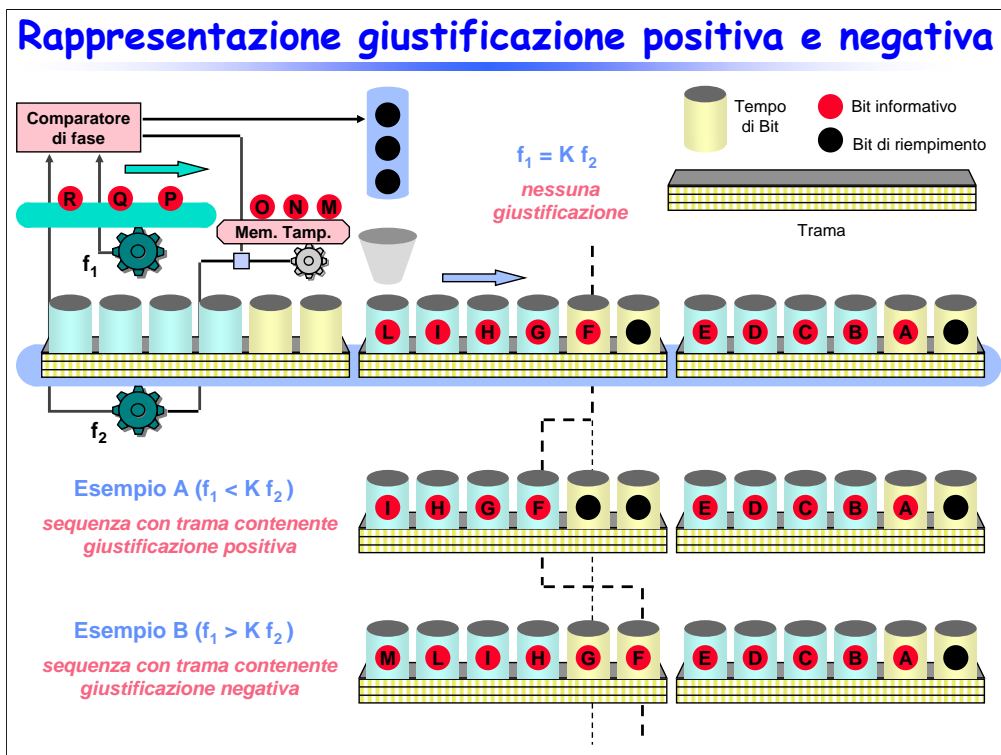
Nel caso il sistema preveda la possibilità di giustificazione positiva e negativa, occorre che le relative segnalazioni di giustificazione (o messaggi stuffing) avvengano in modo separato. Pertanto sono previsti un gruppo di bit per la segnalazione di giustificazione positiva ed un gruppo di bit per la segnalazione di giustificazione negativa.

Per ogni trama, nella quale è predisposto il meccanismo di giustificazione, si possono presentare i seguenti casi:

**ZERO JUSTIFICATION.** Il tributario ha una variazione di frequenza, rispetto alla trama di ordine superiore, entro le soglie previste (la memoria tampone ha comunque dei margini per evitare il proprio svuotamento o il totale riempimento durante il tempo di attesa). In questo caso entrambi i gruppi di bit di messaggio stuffing sono disattivi: JP contiene un bit informativo e JN contiene un bit di riempimento..

**POSITIVE JUSTIFICATION.** Il tributario ha una velocità minore rispetto agli "spazi temporali" ad esso riservati nella trama di ordine superiore. In questo caso i bit di messaggio stuffing positivo sono attivi: anche JP contiene un bit riempimento (come JN).

**NEGATIVE JUSTIFICATION.** Il tributario ha una velocità maggiore rispetto agli "spazi temporali" ad esso riservati nella trama di ordine superiore. In questo caso i bit di messaggio stuffing negativo sono attivi: anche JN contiene un bit informativo (come JP).



La slide mostra l'effetto della giustificazione positiva e negativa mediante il riempimento di tempi di bit (rappresentati da dei barattoli) con dei valori binari (rappresentati dalle palline rosse). Come si può osservare nell'ambito di ogni trama (scatola) vi sono due tempi di bit particolari: uno contiene solitamente un bit informativo e può servire per la giustificazione positiva, mentre l'altro contiene solitamente un bit di riempimento (pallina nera) e può essere utilizzato per la giustificazione negativa.