

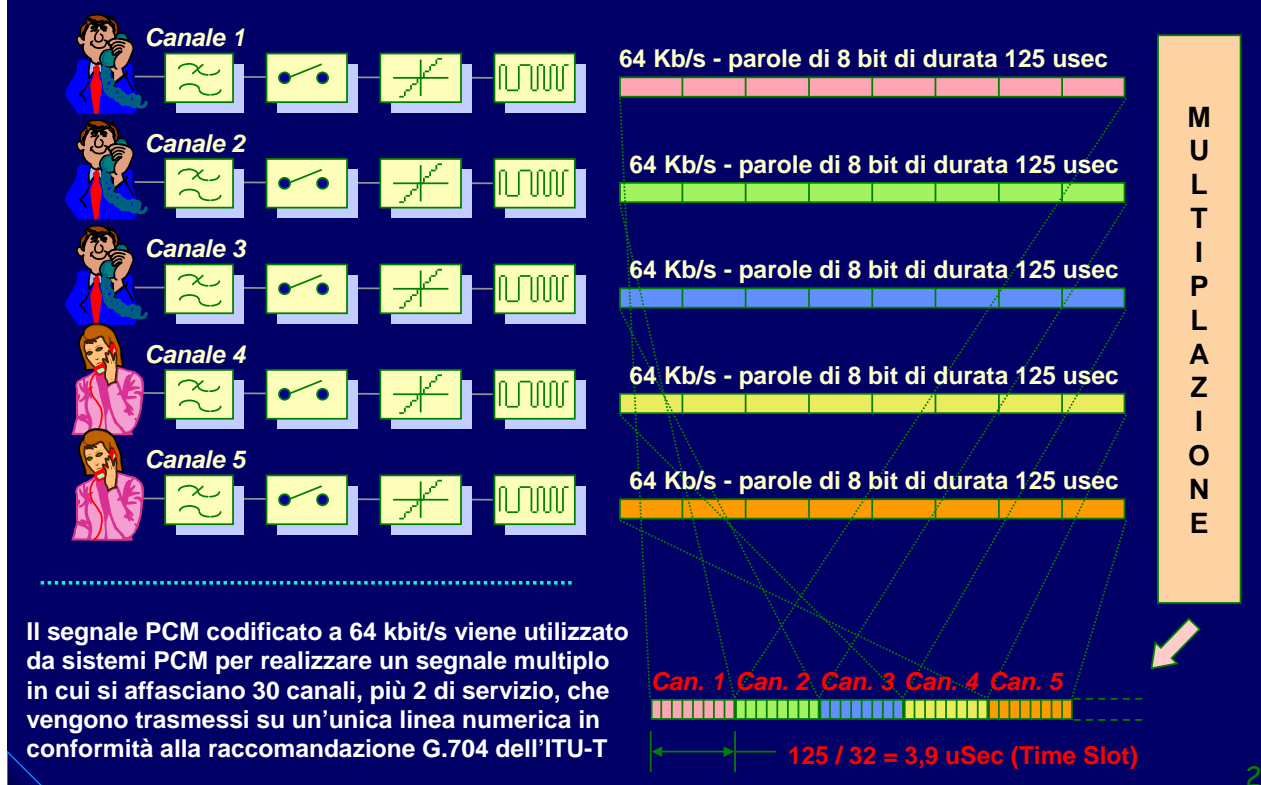
## 2. Struttura della trama

- ☐ Trama a 2 Mb/s
- ☐ Parole di allineamento e pallogramma
- ☐ Multitrama
- ☐ Bit di servizio, bit liberi e allarmi
- ☐ CRC4
- ☐ Schema a blocchi di un multiplex PCM

1

Note

## Multiplazione a divisione di tempo (TDM)

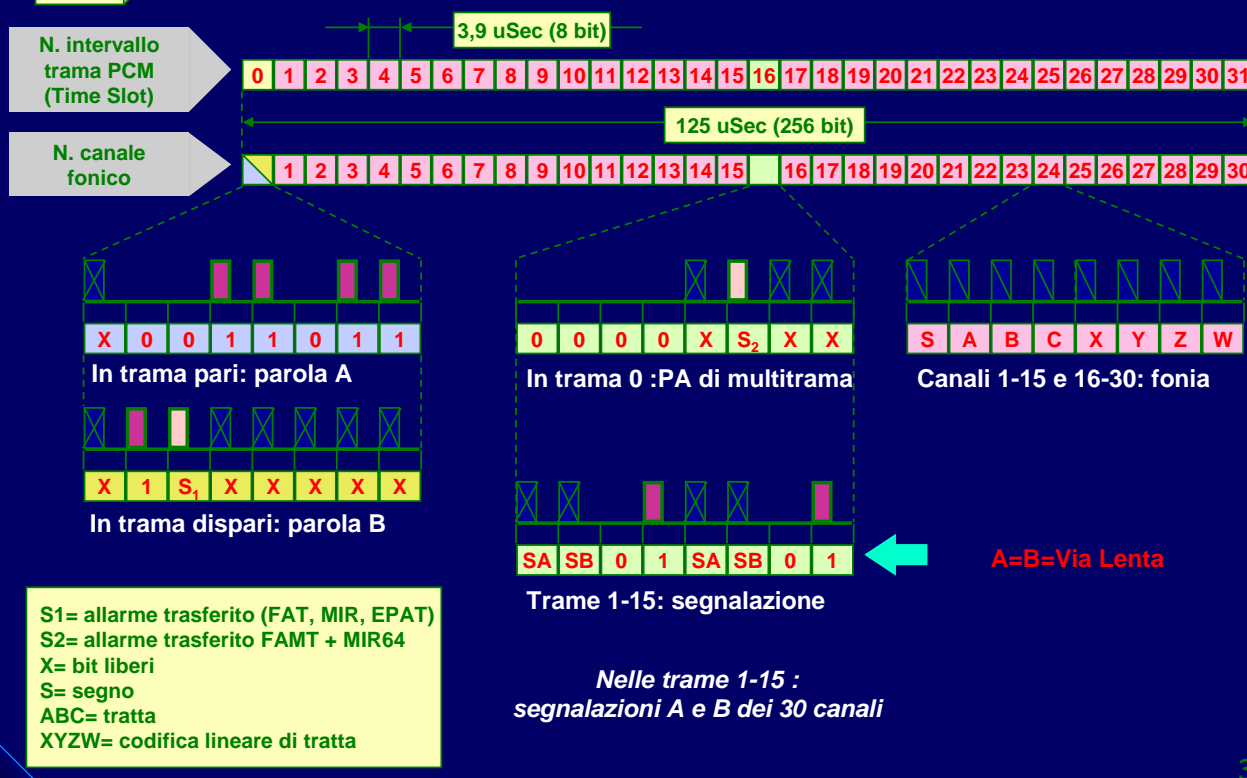


La multiplazione a divisione di tempo consiste nel ridurre il tempo associato ad ogni parola proveniente dai vari canali in modo da affiancare in modo ordinato tali parole. Così facendo si ottiene un segnale multiplo dove ogni canale occupa un preciso spazio temporale (time Slot) all'interno della struttura numerica denominata trama.

## Struttura di trama 2,048 Mb/s

ITU-T

G.704



3

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 multiplare.

La trama PCM é 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.

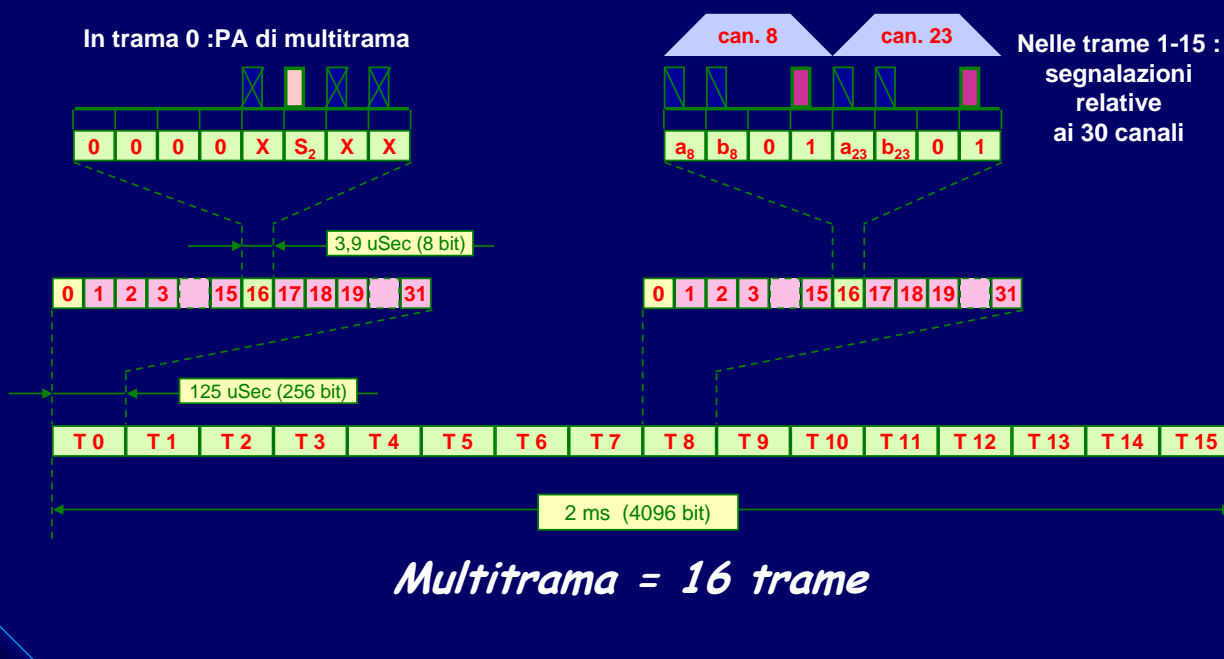
Nella parola di allineamento trama alcuni bit sono destinati a funzioni di servizio.

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

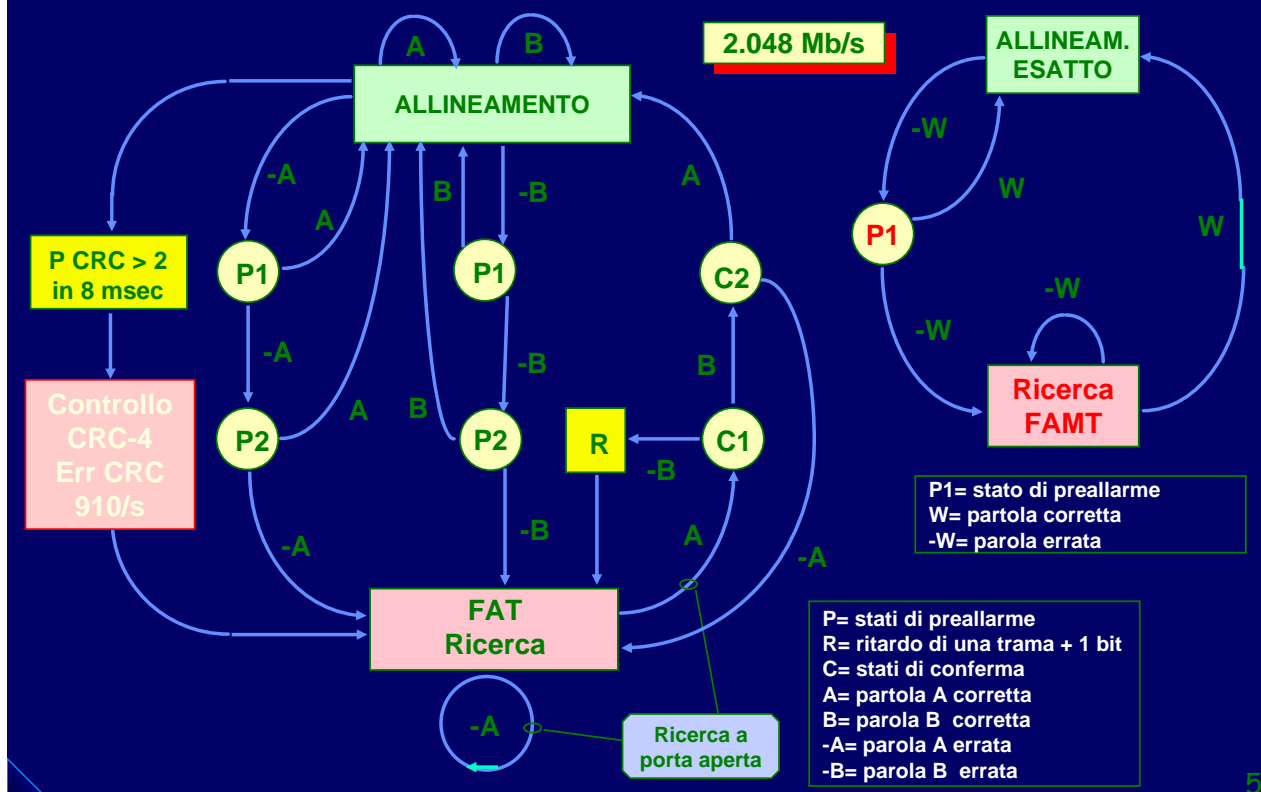
## Canale di segnalazione: multitrama

Il sistema deve trasmettere informazioni (segnalazione) per controllare e gestire i canali telefonici. Il time slot 16 è dedicato a tale scopo.



Note

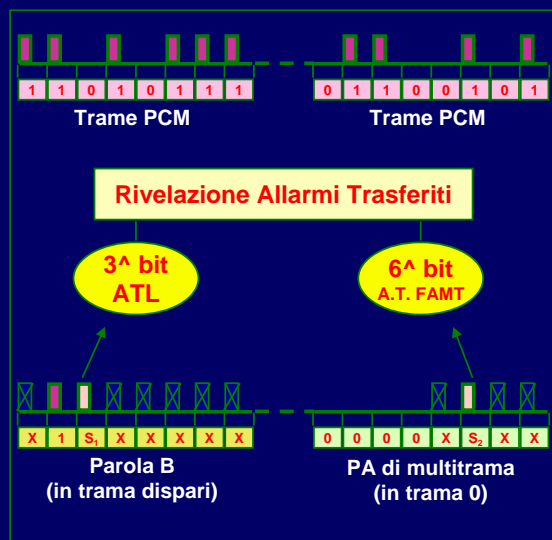
## Strategia di allineamento trama e multitrama



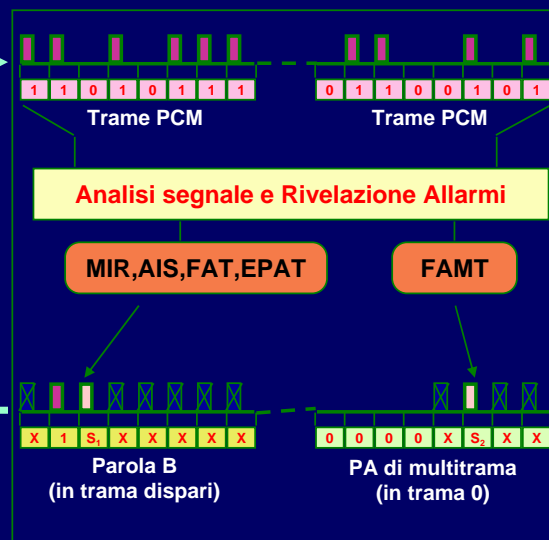
Note

## Trasferimento allarmi

Terminazione del collegamento con  
evidenziate le funzioni di  
**Trasmissione**



Terminazione del collegamento con  
evidenziate le funzioni di  
**Ricezione**



6

Note

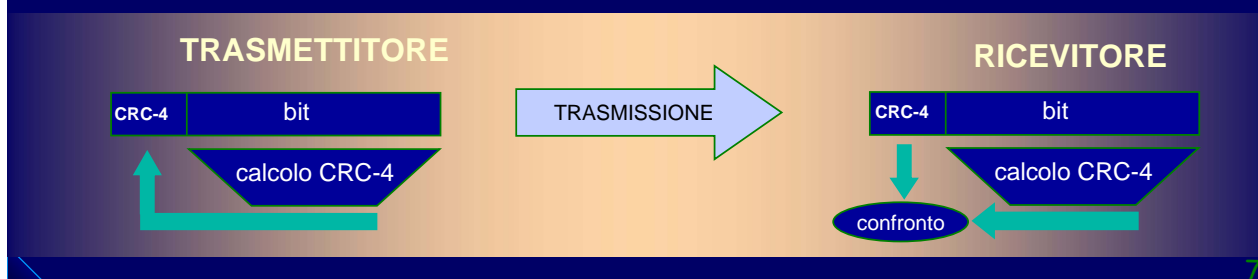
## Cyclic Redundancy Check

Nella raccomandazione G.704, l'ITU-T ha descritto la metodologia per controllare tutti i bit trasmessi introducendo la procedura del CRC-4 nei sistemi trasmissivi a 2Mb/s. Questa procedura ha lo scopo di:

- ➔ RICERCARE GLI ERRORI
- ➔ EVITARE FALSI ALLINEAMENTI

La procedura CRC-4 viene eseguita dal TRASMETTITORE calcolando una check sum sui bit da trasmettere ed inviandola al RICEVITORE.

Analogamente, il RICEVITORE esegue lo stesso calcolo della check sum sui bit ricevuti e la confronta con la check sum inviata dal TRASMETTITORE.

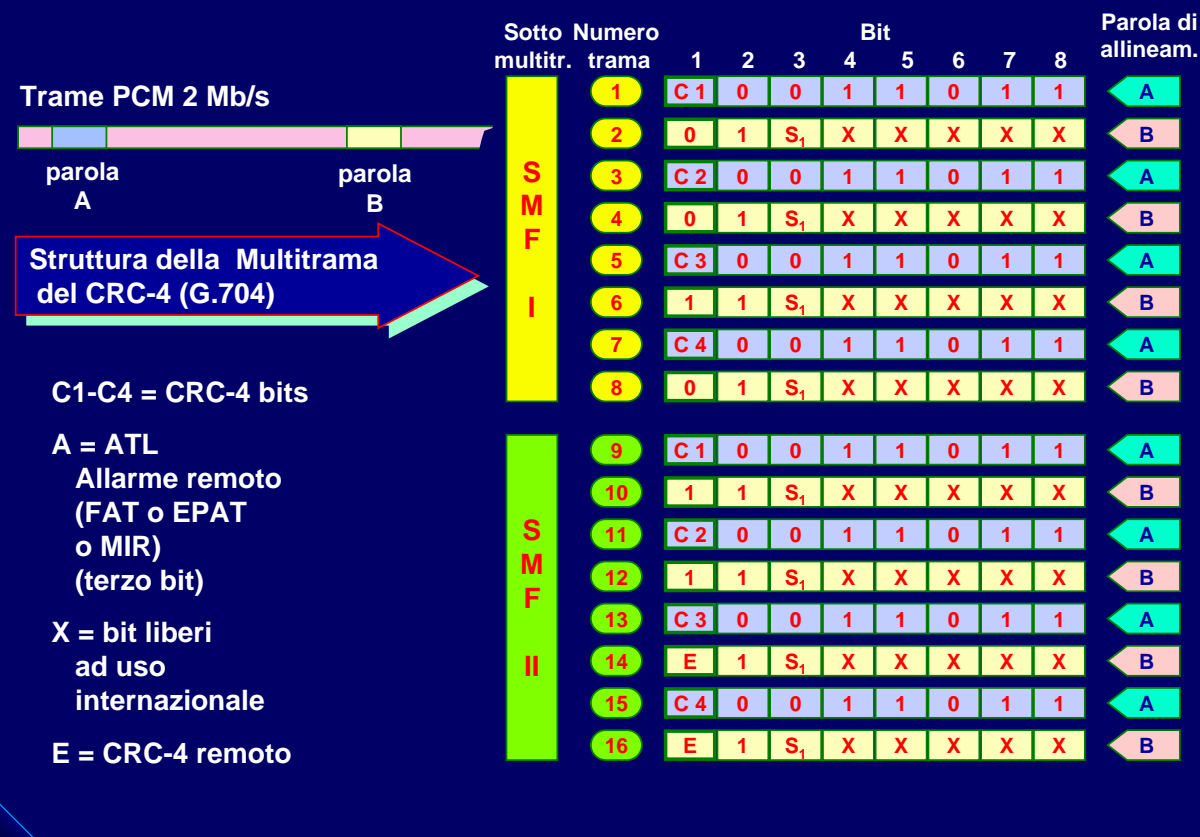


[ da G. 704.]

Quando vi è la necessità di disporre di una protezione ulteriore contro le simulazioni di segnali di allineamento trama, e/o quando vi è la necessità di potenziare le prestazioni di monitoraggio degli errori, allora il bit 1 appartenente alle parole di allineamento A e B verrà utilizzato per implementare la procedura di Cyclic Redundancy Check - 4 (CRC-4).

Occorre notare che gli apparati che implementano tale procedura devono, al fine di garantire l'utilizzo del servizio, essere progettati per lavorare in rete anche con apparati che non utilizzano la procedura CRC-4.

## Struttura della multitrama CRC-4



8

[ da G. 704.]

Ogni multitrama CRC-4, la quale è composta da 16 trame numerate da 0 a 15, è suddivisa in due sottomultitrame (SMF) da 8 trame ciascuna, denominate SMF I ed SMF II a significare il loro rispettivo ordine di occorrenza nell'ambito della struttura della multitrama CRC-4.

La sottomultitrama (SMF) rappresenta la dimensione del blocco di bit su cui viene calcolato il CRC-4 (2048 bit).

La struttura di multitrama CRC-4 non è correlata al possibile uso di una struttura di multitrama nel canale a 64Kb/s del time slot 16 (segnalazione).

Negli ottetti contenenti il segnale di allineamento trama (parola di allineamento A), il bit 1 è utilizzato per trasmettere i bit del CRC-4. In ogni SMF ci sono 4 bit denominati C1, C2, C3 e C4.

Nelle parole di allineamento B invece il bit 1 viene utilizzato per trasmettere la parola di 6 bit per l'allineamento della multitrama CRC-4 e due bit E per l'indicazione remota di errori CRC-4

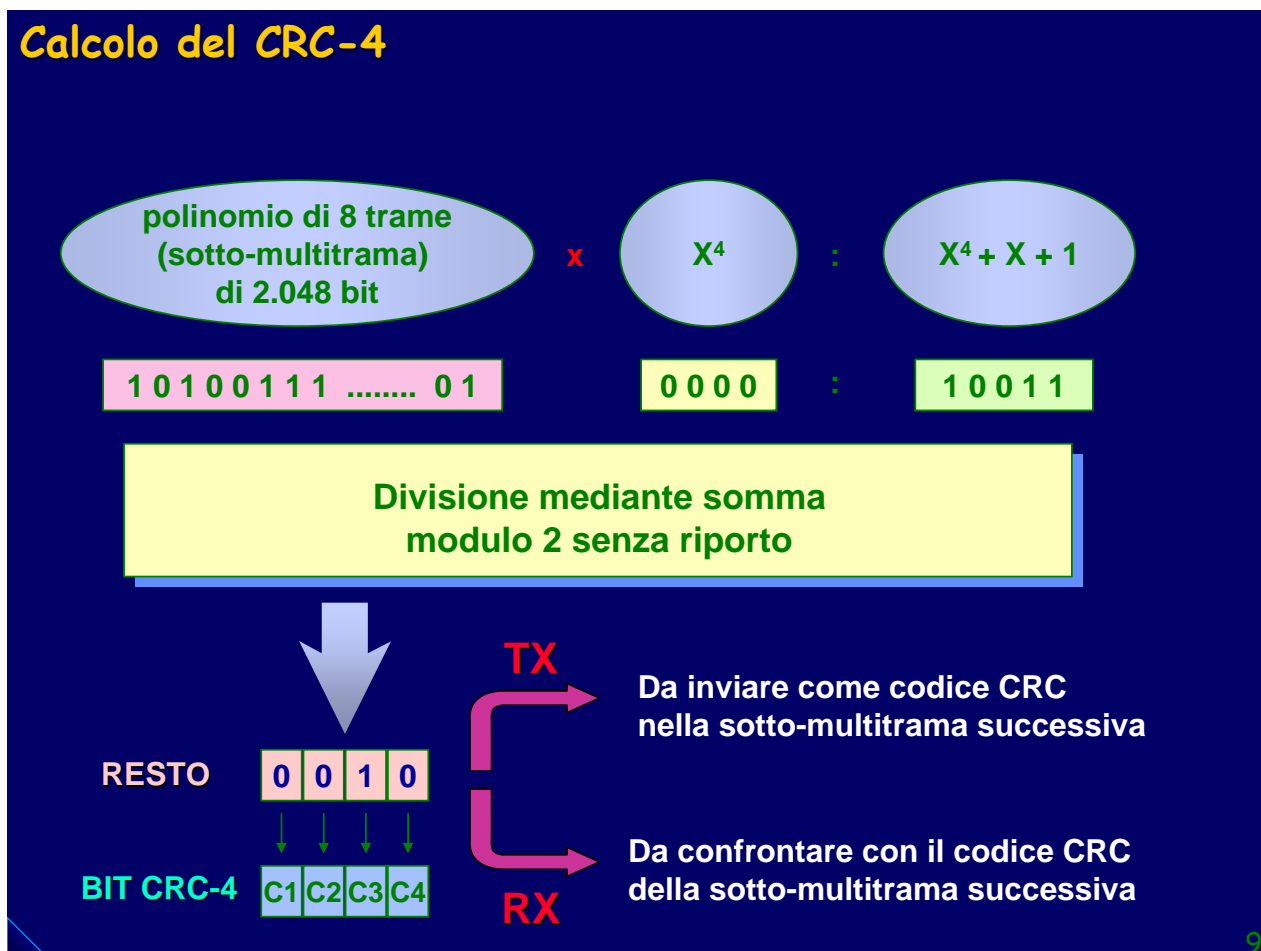
Il segnale di allineamento della multitrama CRC-4 ha la forma: 001011.

I bit E sono settati a 0 fino a che non risulteranno effettuati gli allineamenti di trama e multitrama CRC-4. Dopodiché i bit E sono usati per indicare la ricezione di SMF errate mediante il cambio dello stato binario di un bit E da 1 a 0 per ogni SMF errata.

Il ritardo tra l'identificazione della SMF errata ed il cambio dello stato del bit E che indica tale stato di errore, deve essere minore di 1 secondo.



## Calcolo del CRC-4



9

[ da G. 704.]

La parola CRC-4 inserita in ogni sottomultitrama (SMF), è il resto derivante dalla moltiplicazione per  $X^4$  e la successiva divisione (modulo 2) per il polinomio generatore  $X^4 + X + 1$ , della rappresentazione polinomiale della sottomultitrama precedente.

Quando viene rappresentato il contenuto del blocco di 8 trame come un polinomio, il primo bit del blocco, il bit 1 della trama 0 o il bit 1 della trama 8, vengono presi come i bit più significativi. Analogamente, C1 è definito come il bit più significativo del resto e C4 come quello meno significativo.

Prima di attuare il processo di moltiplicazione/divisione i bit CRC-4 del polinomio rappresentante la SMF (C1, C2, C3, C4) vengono forzati a 0 così il calcolo del CRC-4 delle sottomultitrama precedente non influenza il risultato dell'operazione.

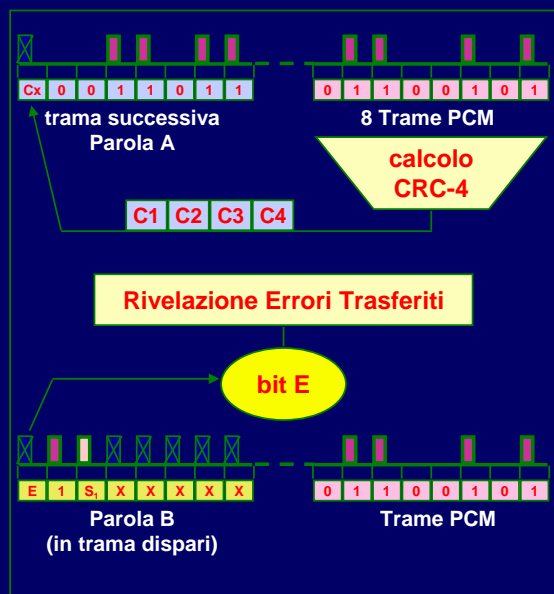
Il resto di 4 bit ottenuto dal processo di moltiplicazione/divisione viene memorizzato, pronto per l'inserzione nelle locazioni CRC-4 della SMF successiva.

In ricezione la SMF viene sottoposta allo stesso processo di moltiplicazione/divisione avvenuto prima della trasmissione dopo aver estratto i bit CRC-4 ed averli sostituiti con degli zeri. Il resto risultante dal processo di divisione viene memorizzato e successivamente confrontato bit-a-bit con i bit CRC-4 (C1, C2, C3, C4) che verranno ricevuti nella SMF successiva.

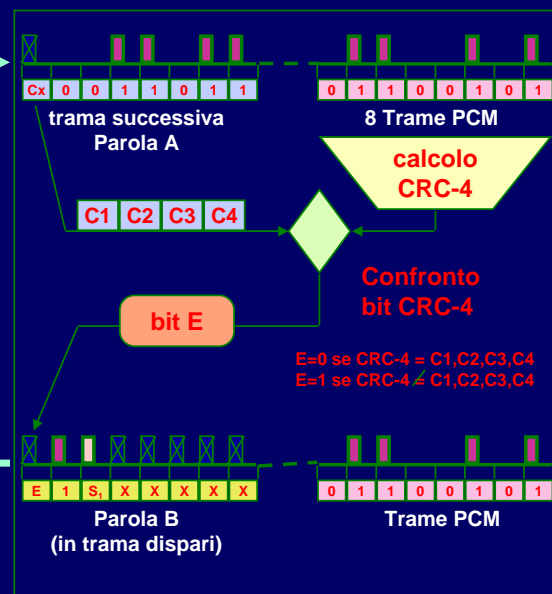
Se il resto calcolato in ricezione corrisponde esattamente con tali bit CRC-4 della SMF successiva, allora si assume che la sottomultitrama sottoposta al processo di controllo sia libera da errori.

## Trasferimento errori CRC-4

Terminazione del collegamento con  
evidenziate le funzioni di  
**Trasmissione**



Terminazione del collegamento con  
evidenziate le funzioni di  
**Ricezione**



10

Note

## Impiego del CRC-4 per la diagnostica dei collegamenti a 2 Mbit/s

Misure di BER sui bit della parola di allineamento di trama

	solo parola A	parola A e B
Numero di bit di allineamento per bitrama	7	8
Frequenza di ripetizione di bitrama (bitrame/sec)	4000	4000
Capacità equivalente del canale di allineamento (kbps) 28	32	

Misure di BER con CRC-4

Bit della trama coinvolti nel calcolo del CRC-4	Tutti
Frequenza di ripetizione del CRC-4 (parole CRC-4/sec)	1000
Probabilità di rilevare errori singoli in un blocco di 8 trame	1
Probabilità di rilevare errori multipli in un blocco di 8 trame	0,75

### VANTAGGI DELL' IMPIEGO DEL CRC-4

- Tempi di gate di durata da 60 a 70 volte inferiori rispetto a misure con bit della PA
- Con un tempo di gate di 1 min. si ottengono risultati affidabili per BER di  $10^{-7}$   
 $(T_{\text{GATE}} = 1/TE * 10 * \text{bit}_{\text{TOT}}/\text{bit}_{\text{OSS}} * T_{\text{bit}})$
- Localizzazione di anomalie e degrading sui flussi con occupazione limitata delle risorse

11

Note

## Caratteristiche dell' interfaccia G.703

**ITU-T**

## G.703

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION

CCITT

THE INTERNATIONAL  
TELEGRAPH AND TELEPHONE  
CONSULTATIVE COMMITTEE

## GENERAL ASPECT OF DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS

### TERMINAL EQUIPMENTS

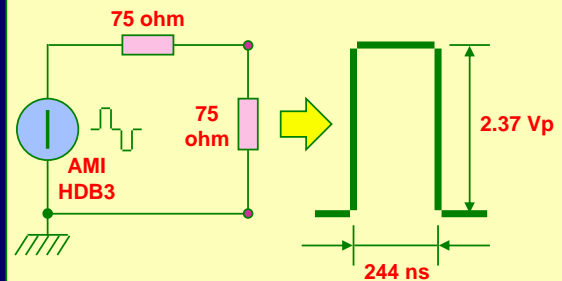
## PHYSICAL/ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF HIERARCHICAL DIGITAL INTERFACES

### Recommendation G.703

Geneva, 1991

## G.703

### ESEMPIO: Interfaccia 2.048 Mb/s G.703



La raccomandazione G.703 definisce le caratteristiche fisiche ed elettriche per le interfacce ai vari livelli gerarchici necessarie per consentire l'interconnessione di elementi di reti digitali (digital section, multiplex equipment, exchanges) che formano un collegamento internazionale

12

### Note

[illegible]