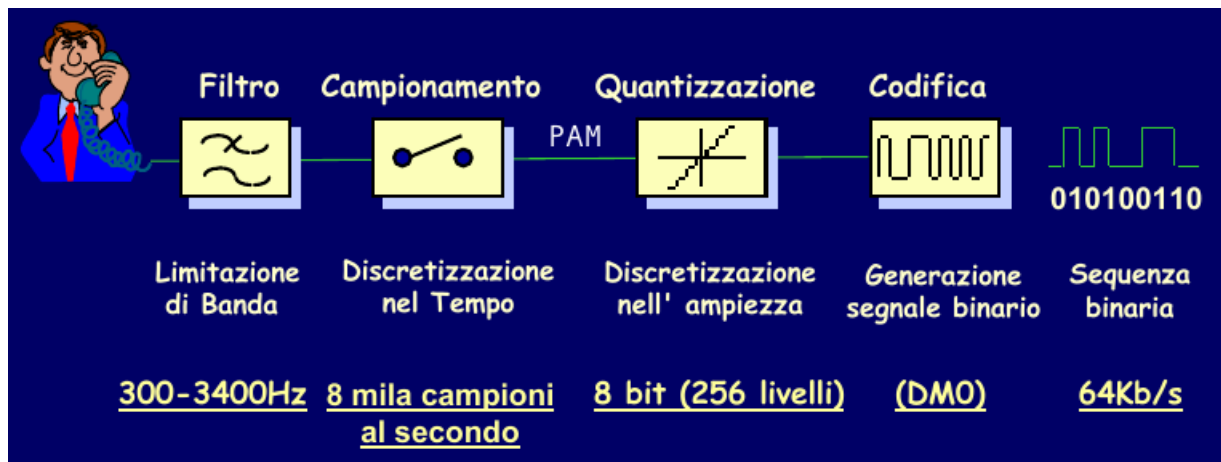


PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Conversione A/D

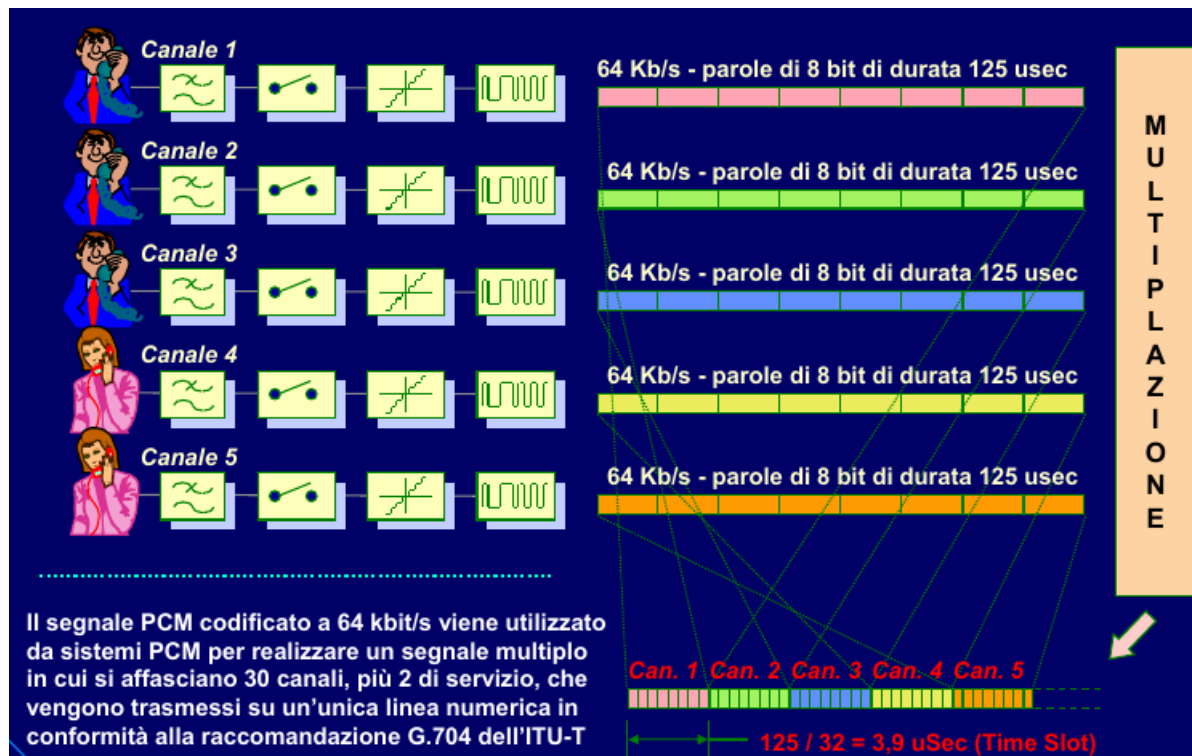


- **PCM** (Pulse Code Modulation)
 - consente di convertire un segnale analogico in uno digitale
 - segnale vocale ($300Hz - 3400Hz$) \rightarrow segnale digitale (64 Kb/s)
 - $B = 4000Hz, F_c \geq 2B \rightarrow F_c = 8000Hz, T_c = \frac{1}{F_c} = 125\mu s$
 - $8000 \text{ campioni/s}, 8 \text{ bit/campione} \rightarrow 64.000 \text{ bit/s} = 64 \text{ Kb/s}$
 - $64 \text{ Kb/s} * 32 \text{ canali} = 2 \text{ Mb/s}$
 - si possono accoppiare 30 telefonate (2 canali di servizio) contemporanee usando doppiini con banda di 2 Mb/s

Reti a 2 Mb/s

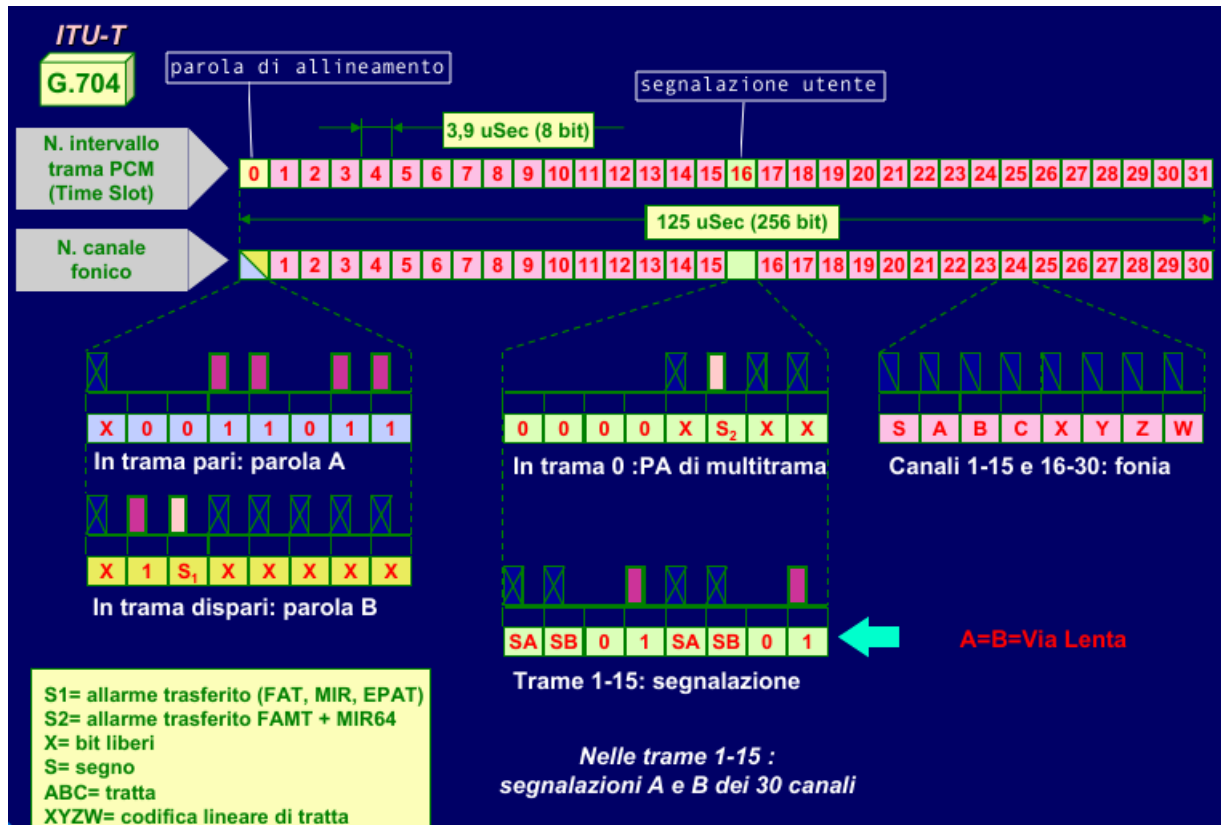
- 1° livello delle gerarchie di multiplazione PDH
- full-duplex - si possono inviare e ricevere dati contemporaneamente
- è rudimentale con basso overhead, infatti non consente:
 - inviare segnalazioni o allarmi significativi
 - calcolare in tempo reale il tasso d'errore
 - una supervisione ed una gestione moderna di una rete
- le linee a 2 Mb/s vengono ancora usate per trasportare 30 linee telefoniche in corrispondenza di uffici di piccole / medie dimensioni

Multiplazione TDM



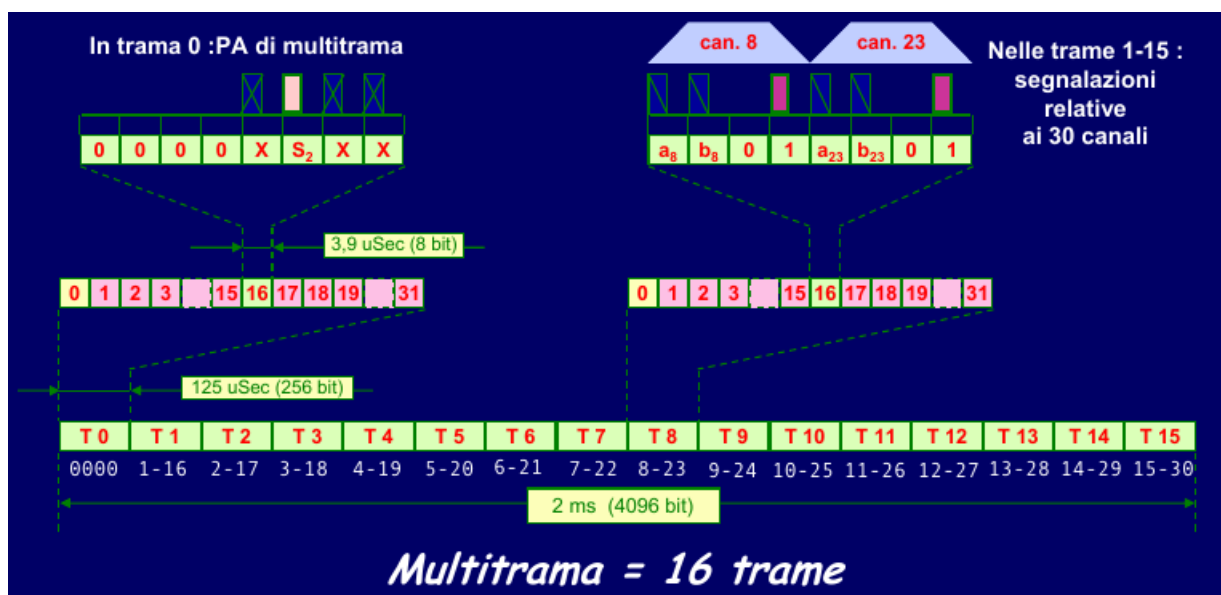
- parola: campione di fonia ad 8 bit
- multiplazione TDM:
 - si prende una parola di ogni canale (32 parole di durata $125\mu s$)
 - si accorpano sequenzialmente in un'unica linea numerica ($\frac{125\mu s}{32} = 3,9\mu s$ a parola \rightarrow **TIME SLOT**)
 - *fenomeno dello slip*:
 - il moltiplicatore legge, ad esempio, 9 bit invece di 8
 - il flusso viene shiftato di 1 bit e si perde la comunicazione
 - i 30 canali possono essere usati in multiplazione:
 - deterministica - assegnando ad ognuno di essi una telefonata
 - statistica - la banda dei 30 canali viene gestita in modo dinamico

Struttura di trama



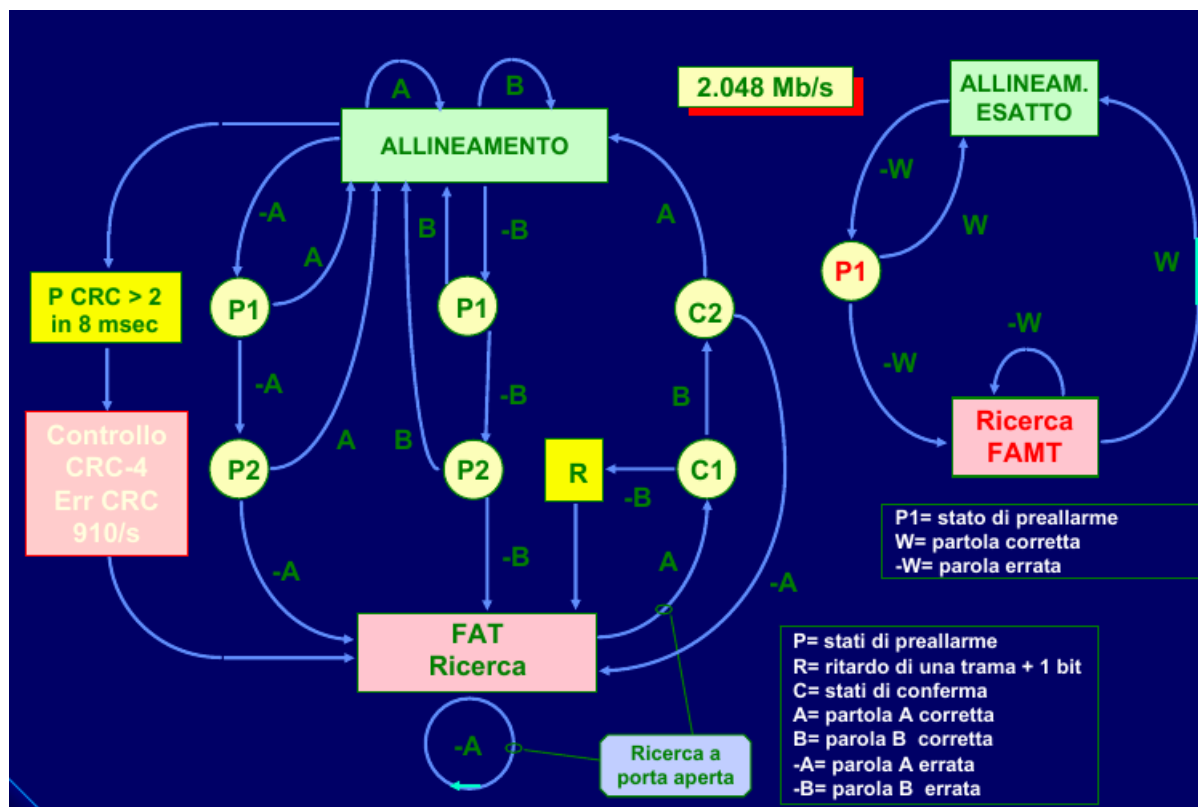
- ogni trama PCM è suddivisa in 32 canali o time slot
 - 1-15 e 17-31 → informazione fonica / dati
 - caso trasmissione dati → segnalazione utente non necessaria → canale 16 disponibile
 - 0 → parola di allineamento di trama
 - *trama pari*: parola A
 - *trama dispari*: parola B
 - 16 → segnalazione telefonica (utente)
- allineamento di trama: meccanismo che consente al ricevitore di allinearsi all'inizio della trama e leggere correttamente gli 8 bit di ogni telefonata (evitando lo slip)

Canale di segnalazione: multitrama



- **multitrama** (16 trame):
 - T0 → parola di allineamento di multitrama
 - T1 → segnalazione canale 1, 16
 - T2 → segnalazione canale 2, 17
 - (la segnalazione avviene SEMPRE sul time slot 16 di ogni trama)
- **bit di allarme** (il protocollo 2 Mb/s ne prevede solo due)
 - S1 (trasmesso ogni 2 trame)
 - S1-FAT (Fuori Allineamento Trama) - sequenza di allineamento non trovata dal ricevitore
 - S1-MIR (Mancanza Impulsi in Ricezione) - cavo danneggiato / tranciato
 - S1-EPAT (Errore Parola Allinemanento di Trama) - ad ogni PA errata il ricevitore incrementa un contatore; dopo una certa soglia si entra in stato di EPAT
 - S2 (trasmesso ogni 16 trame)
 - S2-FAMT (Fuori Allineamento Multi Trama) - sequenza di multitrama non trovata
 - S2-MIR64 (Mancanza Impulsi in Ricezione nel canale a 64 Kb/s)

Strategia di allineamento



- **pallogramma**: algoritmo implementato dal dispositivo ricevente
- **stato di FAT** - un ricevitore che arriva nello stato di fuori allineamento di trama:
 - butta via tutti i 30 canali informativi (è disallineato)
 - si effettua una ricerca a porta aperta
 - la parola A (trame pari) non viene ricercata ogni 32 time slot ma a partire da un punto qualsiasi della trama
 - se la successiva parola B è errata → R
 - ritardo di una trama + 1 bit
 - ciò per evitare di incontrare nuovamente una simulazione della parola di allineamento
 - ottenendo una sequenza corretta A-B-A, la trama è considerata allineata
- se il ricevitore si pone in stato di FAT / FAMT manda una segnalazione al mittente con il bit S1 / S2

CRC (Cyclic Redundancy Check)

scopo

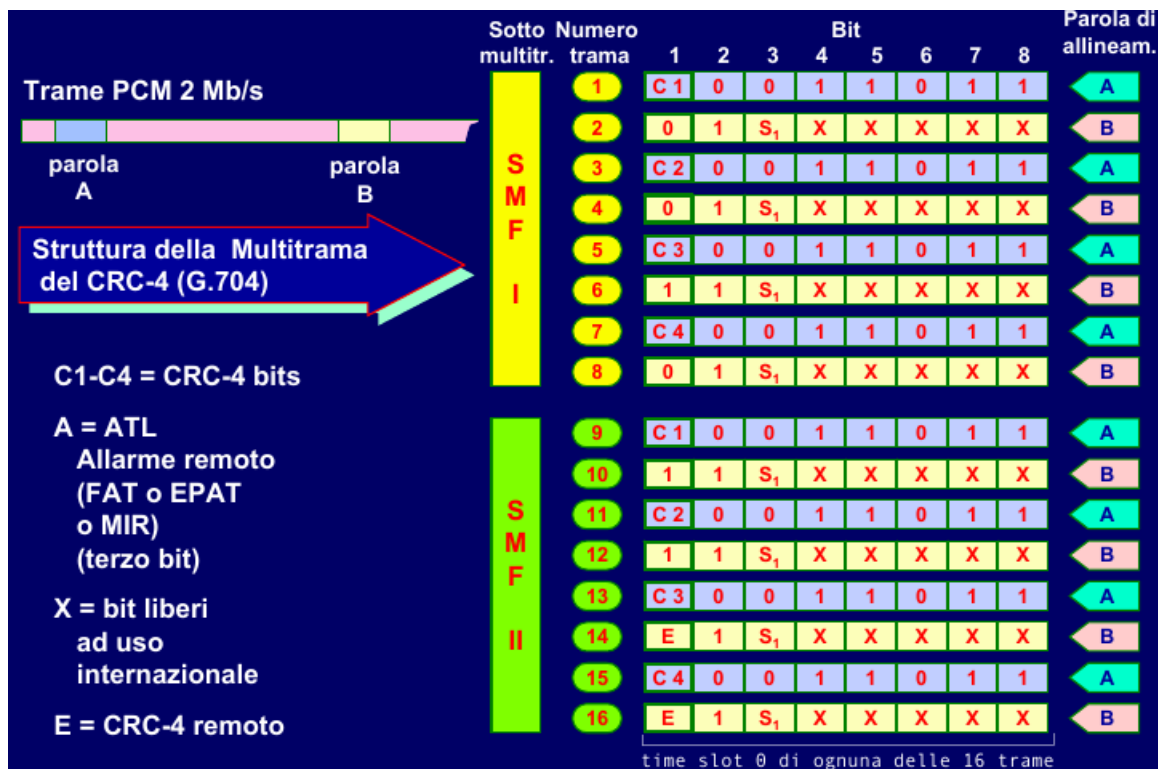
- evitare errori
- evitare falsi allineamenti

procedimento

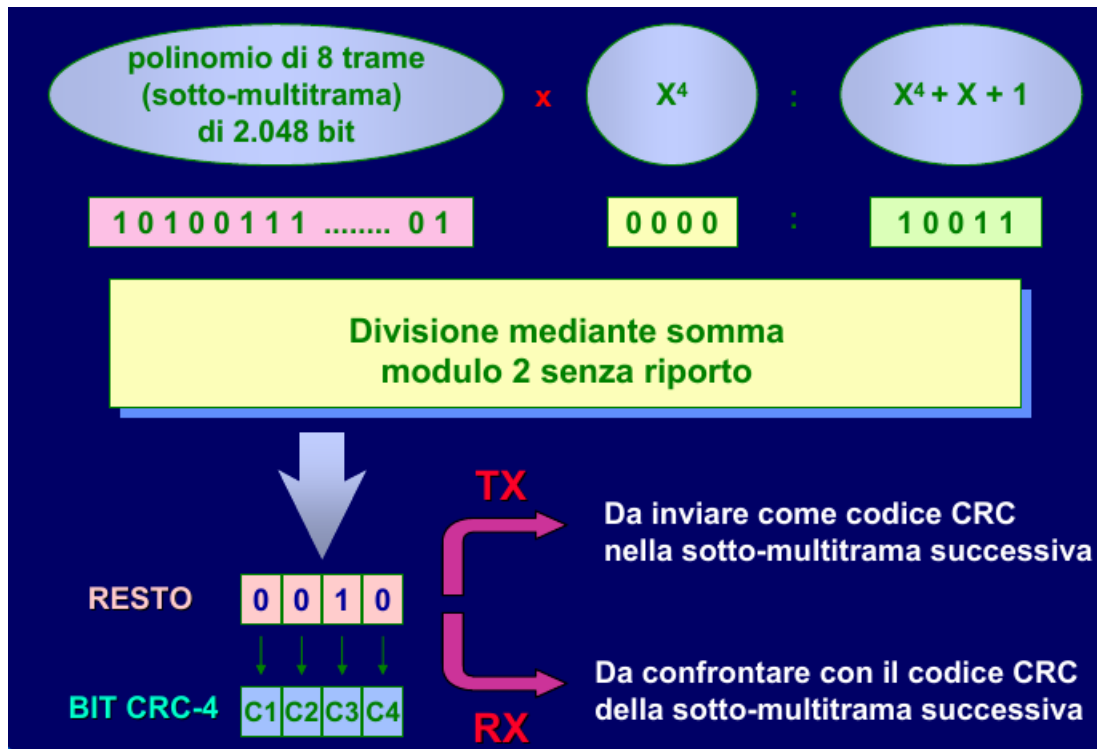
- il mittente calcola un check sum sui bit da trasmettere e lo invia al ricevente
- il destinatario effettua lo stesso calcolo e lo confronta con il valore ricevuto

struttura della multitrama CRC-4

- suddivisa in due sotto-multitrame (SMF I, SMF II) da 8 trame ciascuna
- il CRC è composto da 4 bit (C1-C4) e viene calcolato per ogni SMF (2048 bit)
 - dopo aver calcolato il CRC di una sotto-multitrama, il mittente lo trasmette nella SMF successiva
- si utilizza il primo bit della:
 - parola A per memorizzare un bit del CRC
 - parola B per memorizzare:
 - la parola di allineamento della multitrama CRC-4 **001011** (prime 6 trame dispari, serve a notificare il ricevente dell'uso del CRC)
 - due bit **E** per l'indicazione remota di errori CRC-4 (vengono settati a 0 per ogni sotto-multitrama errata)



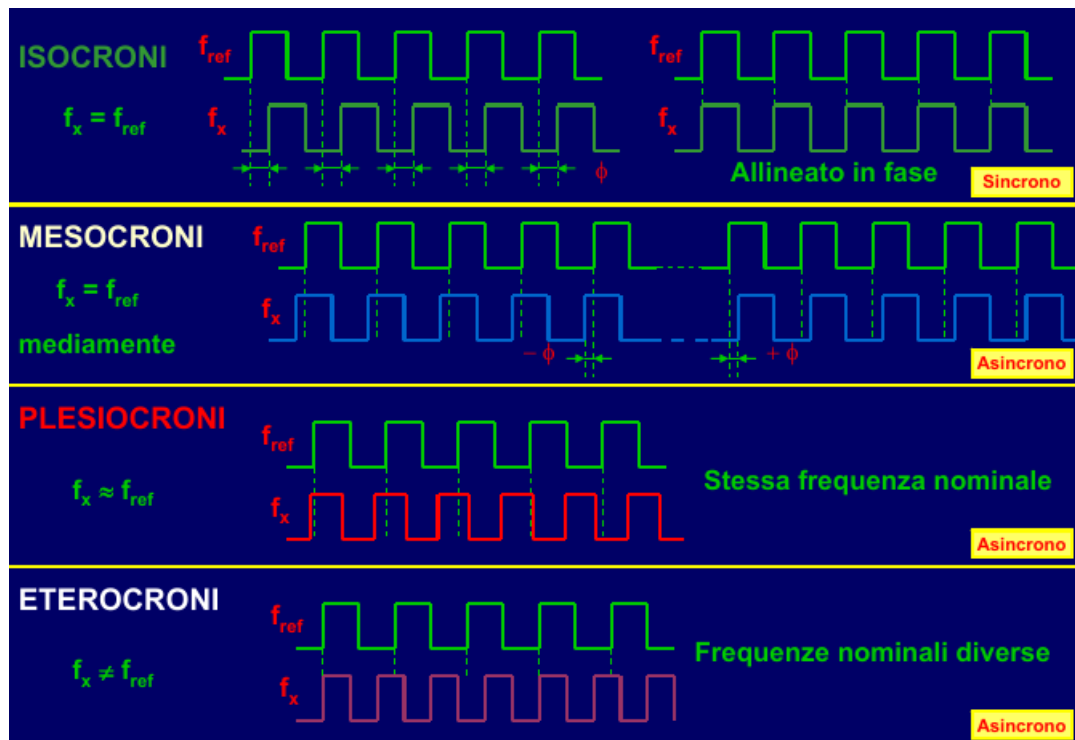
calcolo del CRC-4



diagnostica dei collegamenti

- BER - stima dei bit errati in ricezione
- misure di BER utilizzando:
 - bit della PA di trama:
 - 8 bit ogni due trame (7 parola A + 1 parola B)
 - bit del CRC-4:
 - bit della trama coinvolti - tutti
 - probabilità di rilevare errori singoli in una sotto-multitrama - 100%
 - probabilità di rilevare errori multipli in una sotto-multitrama - 75%
- vantaggi del CRC-4:
 - tempo di osservazione (per rilevare guasti) 60 / 70 volte inferiore di quello con bit della PA
 - localizzazione di anomalie e degradi sui flussi con occupazione limitata delle risorse

Tipi di sincronismi



- tipologie di sincronismi tra due segnali numerici:
 - **isocroni**
 - stessa frequenza
 - sfasamento costante
 - non esistono nella realtà
 - **mesocroni** (*gerarchie SDH*)
 - stessa frequenza (mediamente) → massimo sincronismo ottenibile in un sistema reale
 - fase variabile (dipende da impedenza caratteristica del mezzo, distanza, ecc...)
 - **plesiocroni** (*gerarchie PDH*)
 - stessa frequenza nominale
 - frequenze effettive dei moltiplicatori diverse
 - come funzionavano le reti fino a qualche anno fa
 - **eterocroni**
 - frequenze nominali diverse
- i due tipi di segnale di maggiore interesse pratico sono i segnali "mesocroni" e quelli "plesiocroni"
- infatti la condizione di perfetto sincronismo non è realizzabile dal punto di vista pratico
 - segnali trasportati in una rete geograficamente estesa
 - variazioni di fase accumulate lungo i collegamenti tra i nodi della rete
- segnali che nascono sincroni, generati cioè da un unico clock, possono risultare fortemente degradati dal punto di vista delle relazioni di sincronismo, pur mantenendo nel lungo termine la stessa frequenza media
- Pertanto, in una rete numerica sincrona, i segnali che dovrebbero risultare sincroni sono di fatto tra loro mesocroni

