

Unità 5

Le basi della comunicazione in rete

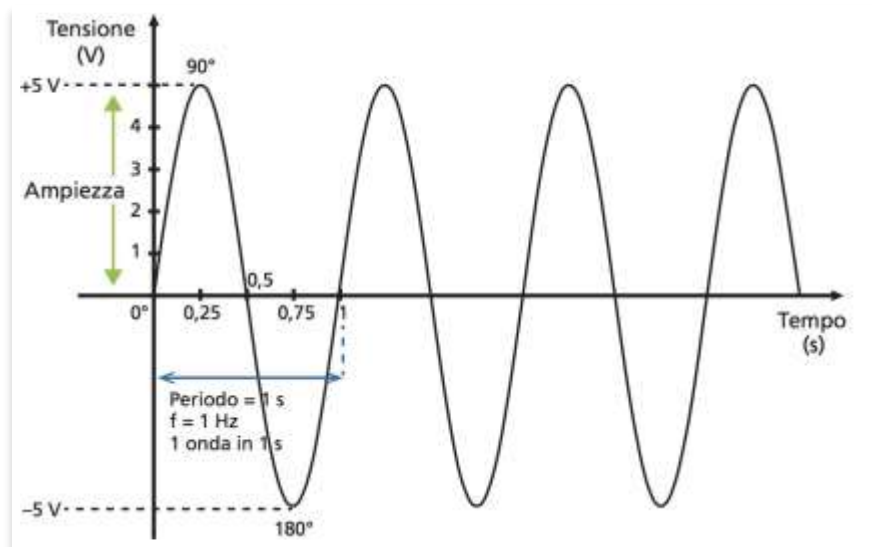
Il segnale analogico

La comunicazione tra dispositivi e quindi la trasmissione dati può avvenire attraverso segnali analogici o segnali digitali.

I **segnali analogici** possono assumere un qualsiasi valore all'interno di un determinato intervallo senza soluzione di continuità.

Un segnale analogico **periodico** assume valori diversi che si ripetono ciclicamente in modo regolare nel tempo.

I segnali periodici più usati sono quelli **sinusoidali**.



Il segnale digitale (1)

I **segnali digitali** hanno due caratteristiche che li distinguono dai segnali analogici:

- possono assumere solo un numero limitato di valori discreti (due per i segnali binari);
- la transizione da un valore all'altro avviene in modo quasi istantaneo.

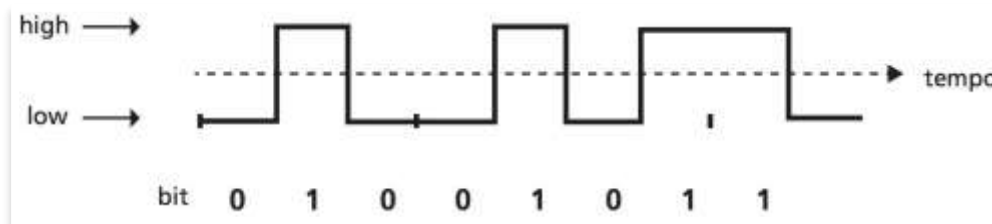


Il segnale digitale (2)

Un segnale digitale è rappresentato con un'onda rettangolare, che nel caso di segnali digitali binari è costituita da due valori:

- uno alto (*high*), che rappresenta un **1**;
- uno basso (*low*), che rappresenta uno **0**.

Vediamo un segnale digitale binario costituito da 8 bit (1 byte).



Le modulazioni digitali

Le modulazioni fondamentali sono:

- ASK: a cambiamento di ampiezza;
- FSK: a cambiamento di frequenza;
- PSK: a cambiamento di fase
(a una fase dell'onda portante è associato l'1, all'altra fase lo 0);
- DPSK: a cambiamento di fase:
 - al bit 0 non corrisponde alcun cambio di fase;
 - al bit 1 si ha un cambio di fase di 180° ;
- QAM: modulazioni di più bit alla volta
(**baud rate**: numero di segnali, costituiti da più bit, trasmessi per secondo).

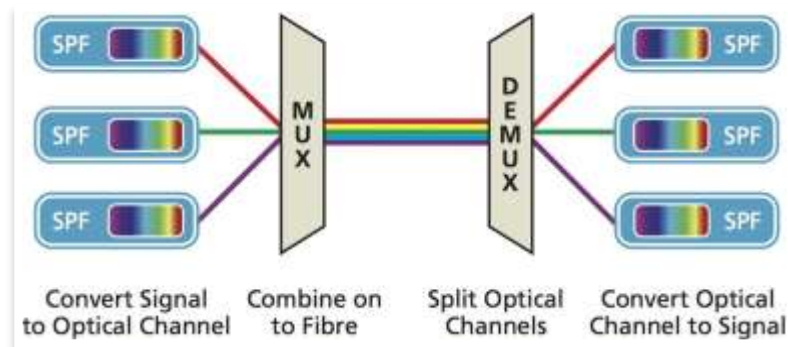
Il canale di comunicazione

Un segnale è sempre trasmesso attraverso un **canale**, cioè un mezzo fisico di trasmissione.

Un canale può essere:

- **logico**: quando si realizzano più percorsi distinti usando lo stesso mezzo fisico;
- **fisico**: quando si usano mezzi diversi.

Il **multiplexing** è la tecnica che consente di separare un mezzo fisico in più canali logici e permette di far viaggiare più segnali simultaneamente su uno stesso mezzo fisico.



La codifica di linea

La **codifica di linea** converte la sequenza di bit 1 e 0 in un segnale da inviare sul mezzo trasmissivo che verrà decodificato a destinazione. Inoltre permette di mantenere il sincronismo tra trasmettitore e ricevitore.

Esistono varie tecniche di codifica di linea:

- NRZ: usata nei computer e nelle centrali numeriche, associa un valore alto al bit 1 e un valore basso al bit 0;
- RZ: usata nelle centraline telefoniche, simile a NRZ, porta il segnale a zero a ogni semiperiodo;
- Manchester: usata soprattutto nelle reti dati locali.

Caratteristiche di una trasmissione dati

La **trasmissione dati** è l'invio di segnali da un nodo trasmettitore a un nodo ricevitore.

Essa è caratterizzata dalla direzione in cui viaggiano i segnali sui mezzi trasmissivi:

- trasmissione **simplex**: i segnali viaggiano in una sola direzione (esempio: megafono);
- trasmissione **half-duplex**: i segnali possono viaggiare in entrambe le direzioni in un mezzo trasmissivo, ma in una sola direzione alla volta (esempio: walkie-talkie);
- trasmissione **full-duplex**: i segnali possono viaggiare in entrambe le direzioni contemporaneamente (esempio: trasmissione telefonica).

Caratteristiche di una trasmissione dati (2)

Altre caratteristiche importanti della trasmissione dati sono:

- **throughput**: è la quantità di dati che sono trasmessi in un certo periodo di tempo (espresso in quantità di bit trasmessi in un secondo);
- **bandwidth**: è la quantità di dati massima (teorica) che può fluire in una connessione di rete in un dato periodo di tempo.

Il controllo degli errori in trasmissione (1)

Il segnale inviato attraverso un canale può essere soggetto a rumore elettrico, interferenze e distorsioni che alterano il messaggio e lo rendono incomprensibile al ricevente o con un contenuto informativo differente da quello inviato dal mittente.

La codifica di canale aggiunge un codice informativo (**codice di ridondanza**) utile per la **rilevazione degli errori**.



Il controllo degli errori in trasmissione (2)

I codici di ridondanza aggiungono bit all'informazione da trasmettere per verificarne la correttezza in ricezione e si suddividono in:

- **codici rilevatori**, in grado di rilevare la presenza di un errore nei dati ricevuti;
- **codici correttori**, che oltre a rilevare l'errore possono correggerlo.

Dati m bit di dati e r bit ridondanti (aggiunti per il controllo dell'errore), si ottiene un blocco complessivo di n bit ($n = m + r$), detto **codeword**, che corrisponde alla sequenza di bit trasmessa sul canale.

Le codeword sono **valide** quando possono essere trasmesse; le altre indicano gli errori.

La distanza di Hamming

Date due codeword valide, si definisce **distanza di Hamming** tra esse il numero di bit di cui differiscono.

Dalla distanza di Hamming dipende la proprietà di un codice di rilevare/correggere gli errori.

Se due codeword hanno distanza di Hamming pari a d , sono necessari d errori di singoli bit per trasformare l'una nell'altra.

Per **rilevare** k errori serve un codice la cui distanza sia $d = k + 1$.

Per **correggere** k errori serve un codice con una distanza $d = 2k + 1$.

I codici di Hamming (1)

I **codici di Hamming** sono codici aventi distanza di Hamming (d) minima uguale a 3.

Permettono dunque la correzione degli errori singoli (infatti $k = 1$).

Questa tecnica si basa sull'aggiunta, in posizioni ben precise, di alcuni bit ridondanti di controllo (**bit di check**).

I bit di check si aggiungono nelle posizioni corrispondenti alle **potenze del due, partendo da sinistra**: $b_1, b_2, b_4, b_8, b_{16}, \dots$

Ogni bit di check corregge errori fino al successivo bit check.

I codici di Hamming (2)

Esempio: vogliamo trasmettere i seguenti 11 bit di dati:

11100111010

Inseriamo i bit di check.

Codeword			0		0	1	0		1	1	0	0	0	0	1
Posizione	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	b_9	b_{10}	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	b_{15}

Abbiamo bisogno di 4 bit di check per una codeword di 15 bit.

Altri codici di correzione errore (1)

Cos'è il CRC?

- È come una "firma digitale" che verifica l'integrità dei dati
- Funziona come una divisione matematica speciale sui bit

Come funziona?

1. Prende il messaggio da inviare
2. Lo divide per un numero speciale (divisore/polinomio)
3. Il resto della divisione è il "checksum"
4. Aggiunge il checksum al messaggio originale

Cosa sono i Burst Error?

- Sono errori consecutivi che colpiscono più bit vicini tra loro
- Esempio: 11100 → 11000 (due bit consecutivi corrotti)
- Spesso causati da interferenze o disturbi momentanei

Esempio Pratico

Messaggio: 11001

Divisore: 1001 (CRC-3)

Checksum: 011 → Messaggio finale: 11001011

Altri codici di correzione errore (2)

Sequenza di bit: 1 0 1 1 0

Non Return to Zero (NRZ)

- Livello alto = 1, Livello basso = 0
- Maggiore efficienza larghezza di banda
- Problemi di sincronizzazione con lunghe sequenze uguali



Return to Zero (RZ)

- Ritorno a zero tra ogni bit
- Auto-sincronizzazione facilitata
- Richiede doppia larghezza di banda rispetto a NRZ



Altri codici di correzione errore (3)

Codifica Manchester in Dettaglio

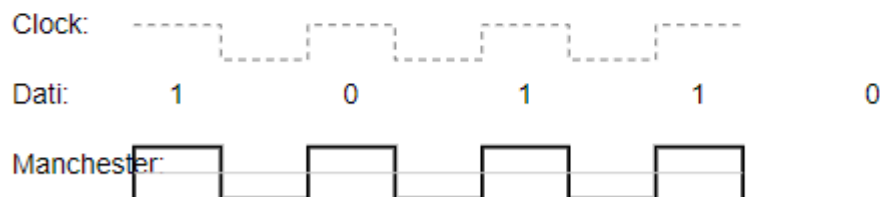
Regole di Codifica:

- 1 logico = Transizione da Basso ad Alto (\uparrow) a metà bit
- 0 logico = Transizione da Alto a Basso (\downarrow) a metà bit
- Sempre una transizione a metà periodo di bit

Vantaggi:

1. Auto-sincronizzazione (clock recuperabile dal segnale)
2. Nessun problema con lunghe sequenze di 0 o 1
3. Rilevamento errori facilitato
4. Immune a rumore DC e offset di tensione

Esempio di Codifica: 1 0 1 1 0



Caratteristiche chiave:

- Frequenza doppia rispetto al bit rate originale
- Potenza del segnale concentrata a frequenza clock/2

Classificazione e topologia delle reti LAN, WAN e MAN (1)

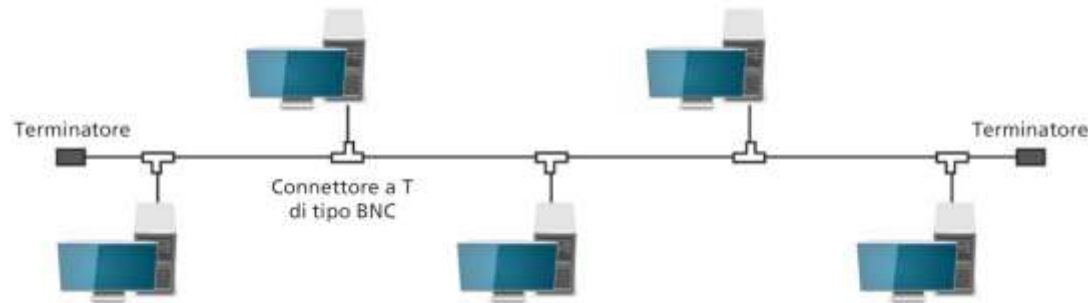
Le reti si possono classificare in vari modi, uno di questi si basa sull'**estensione**:

- locale (LAN);
- metropolitana (MAN);
- geografica (WAN).

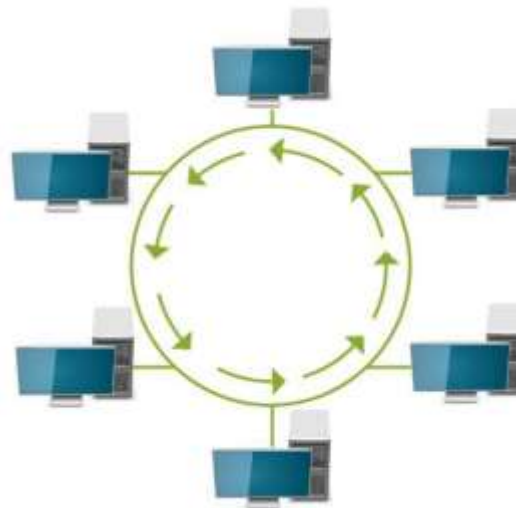
La topologia definisce la struttura di una rete, cioè di come sono posizionati i nodi collegati tra loro.

Classificazione e topologia delle reti LAN, WAN e MAN (2)

Topologia a bus

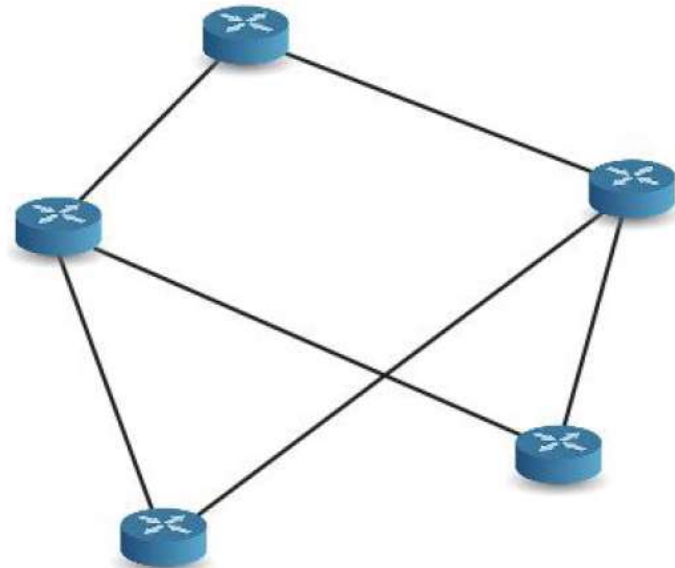
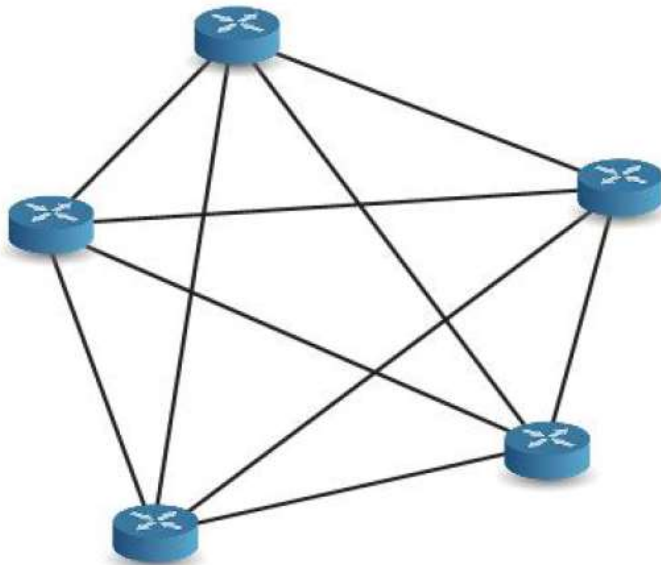


Topologia ad anello



Classificazione e topologia delle reti LAN, WAN e MAN (4)

Topologia a maglia completa



Topologia a maglia parziale