

ISCA - 2 I Bus

Leonardo Daga
(leonardodaga@libero.it)
Lezioni del corso di
Ingegneria dei Sistemi di Controllo Aeronautici
Università di Bologna

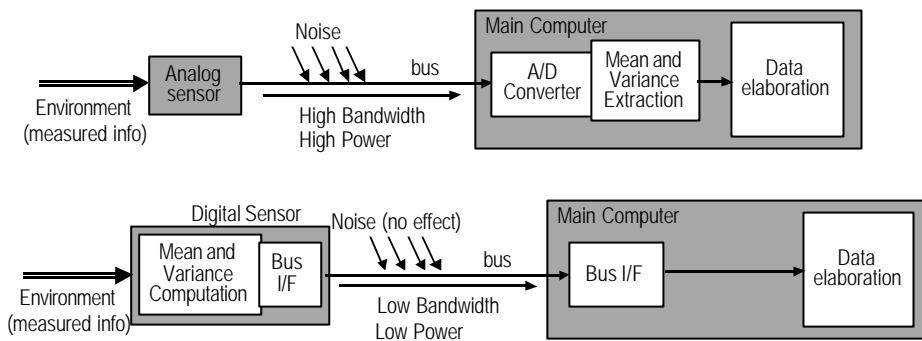
Introduzione

Vantaggi dei bus di comunicazione

- Hanno il vantaggio di poter far colloquiare dispositivi di natura diversa in una rete anche molto estesa.
- Permettono una trasmissione del dato rilevato da un sensore in modalità digitale piuttosto che analogica
 - notevole vantaggio nella pulizia del dato ricevuto e della potenza di trasmissione.
- Consentono una distribuzione dell'intelligenza nella rete:
 - invece che localizzare le attività di calcolo e diagnostica nel processore centrale, è possibile distribuire una piccola capacità di interazione (diagnostica e manutenzione) anche nei componenti più piccoli, riducendo la complessità di elaborazione dei programmi del sistema di controllo.

Vantaggi dei bus di comunicazione

- Riduzione della quantità di carico sugli elaboratori
- Esempio: Elaborazione di una media su cento valori rilevati dai sensori:
 - Nel bus analogico viene passato un segnale corrispondente all'informazione rilevata dall'ambiente
 - E' necessaria una maggiore potenza di trasmissione per non modificare il segnale trasmesso dal sensore con il rumore esterno
 - Nel bus digitale vengono trasmessi direttamente solo il valore di media e di varianza calcolati dal sensore



Vantaggi dei bus di comunicazione

- Trasmissione bidirezionale.
 - La trasmissione analogica può essere solo unidirezionale
- Un solo collegamento per la trasmissione di molti dati
- Un solo collegamento per molti terminali
 - Riduzione dei cablaggi
 - Riduzione del tempo necessario alla determinazione di un guasto
- Riduzione della circuiteria necessaria per permettere l'I/O
- Possibilità di condivisione dei dati tra più terminali
 - Diventa più semplice realizzare dei dispositivi ridondanti

Il modello di riferimento

– Modello OSI (Open System Interconnection)
della ISO (International Standard
Organization)

7. Application	The exported interface to the user or to the components
6. Presentation	Information encoding
5. Session	Software interface drivers
4. Transport	Interface between network and hardware
3. Network	Logical Routing between non interconnected nodes
2. Data link	Software verification of frames into each node
1. Physical level	Physical/electrical link between nodes

Il modello OSI (1)

(1) **Physical level**

Collegamenti meccanici ed elettrici tra nodi. La costruzione fisica di questo livello definisce la velocità e le modalità di trasmissione

(2) **Data link level**

Realizzato dal software di rete presente su ogni nodo. Verifica del corretto passaggio tra i nodi dei frame di bit. Il controllo viene effettuato tramite dei bit di controllo inseriti nei frame. Assicura la continuità nei nodi nel passaggio delle informazioni.

(3) **Network level:** (esempio, IP)

Garantisce un sentiero logico anche tra due nodi non connessi direttamente. Qui viene definita la caratteristica della rete in termini di indirizzamento dei nodi, la regolamentazione dell'accesso.

Il modello OSI (2)

(4) **Transport level:** (esempio TCP)

Permette di realizzare le funzioni di trasporto indipendentemente dalla struttura della rete. Realizza l'interfaccia tra la rete e il software applicativo dei livelli superiori.

(5) **Session level** (driver di protocollo)

Gestisce lo scambio ordinario dei dati e il sincronismo tra i nodi.

(6) **Presentation level** (codifica dell'informazione)

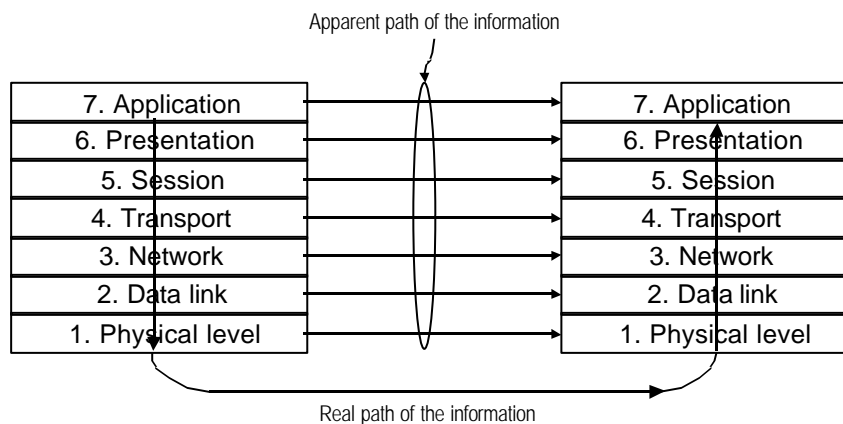
Gestione della codifica e della conversione dei dati in informazioni significative.

(7) **Application level** (contenuto dell'informazione)

Gestione di interfacce e servizi ai programmi (Trasferimento file, lettura database, ecc.)

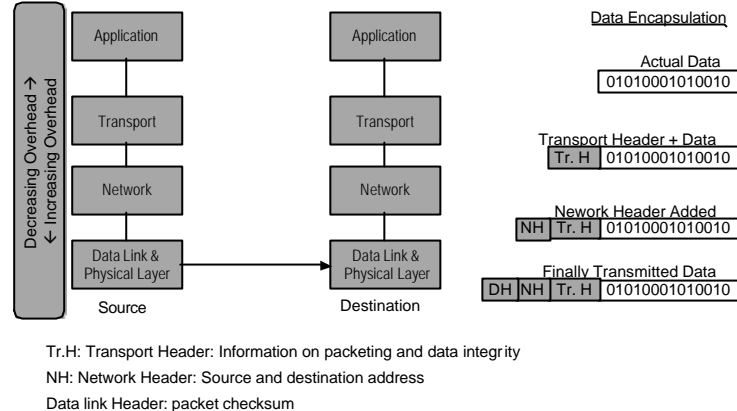
Il modello OSI (3)

- Ogni livello appare allo strato soprastante come se fosse collegato direttamente al livello corrispondente del nodo ricevente
- In realtà, il pacchetto di dati percorre tutti i livelli definiti per ogni singolo nodo, subendo, ad ogni passaggio, una trasformazione definita dal livello stesso



Il passaggio delle informazioni tra i livelli

- Ogni livello aggiunge una sua intestazione al pacchetto che viene trasmesso dall'applicazione
- L'intestazione è necessaria per rendere possibile l'interpretazione del pacchetto di dati da parte del livello corrispondente nel nodo ricevente



Topologia (collegamenti)

– Bus

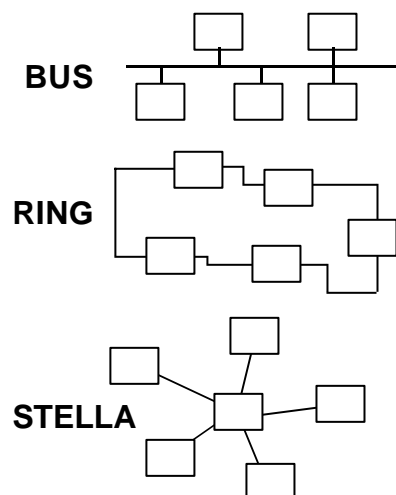
- Le informazioni viaggiano indipendentemente dai nodi

– Ring

- I messaggi attraversano i nodi che si occupano dell'instradamento

– Stella

- I messaggi devono passare per il nodo primario



Tipo di messaggi: Esplicito

- Usato per effettuare l'upload/download di programmi, modificare la configurazione dei dispositivi, per la diagnostica, l'estrazione degli andamenti, etc.
- I campi del dato contengono:
 - Le informazioni sul protocollo
 - Le istruzioni sul servizio da effettuare
 - L'indirizzo interno al quale il servizio deve essere applicato
- Molto flessibile
- Meno efficiente (cioè, prestazioni minori) poichè ciascun dispositivo deve interpretare e generare una risposta
- Connessioni di tipo non limitate
 - E' necessario fornire il numero di caratteri inviati

Tipo di messaggi: Implicito

- Usata per l'invio di messaggi di controllo (I/O) in cui il tempo di invio/risposta è critico
- I dati sono organizzati in campi fissi
- Il significato dei dati è predefinito
- Il dispositivo che riceve i dati deve solo estrarre il dato dal campo in cui se li aspetta
- Molto efficiente sia in termini di banda utilizzata sia per il routing del messaggio
- Meno flessibile
- Connessione di tipo limitata
 - Non e' necessario fornire il numero di caratteri inviati
 - La messagistica è vincolata dalla struttura definita del messaggio

Differenziazione delle realizzazioni

– Metodo di accesso (1)

- **Centralizzato o polling:** Nodo master che interroga sistematicamente i nodi. Metodo semplice ma lento e senza possibilità di fissare priorità
- **Tramite token:** Prevede il passaggio di una stringa di bit (o token o gettone) che viene passata tra tutti i nodi di una rete connessa ad anello (Token Ring). Quando una stazione riceve il token lo ritrasmette dopo un certo intervallo dopo averci accodato l'eventuale messaggio che si vuole spedire. Metodo di accesso deterministico

Differenziazione delle realizzazioni

– Metodo di accesso (2)

- **CSMA/CD** (Carrier Sense, Multiple Access/Collision Detection): Dalla rilevazione di una portante presente sul segnale il nodo si accorge della possibilità di poter trasmettere. In caso di collisione la trasmissione verrà ripetuta automaticamente (non deterministica).

Differenziazione delle realizzazioni

– Metodo di accesso (3)

• **Produttore - consumatore:**

- Uno dei nodi è arbitro della rete;
- vengono identificati i nodi che sono produttori di un certo tipo di informazioni e i nodi che la richiedono.
- L'arbitro della rete invece che compiere un loop su tutti i nodi esistenti esegue un loop su tutte le informazioni esistenti abilitando di volta in volta il relativo produttore all'emissione del dato e i conseguenti consumatori alla ricezione dello stesso.
- La sequenza con la quale queste informazioni vengono abilitate determina anche il tempo di aggiornamento minimo per ogni variabile.
- Esistono variabili critiche che necessitano di tempi minori di aggiornamento che possono essere aggiornate più volte per ogni loop.

Confronto tra i metodi di accesso

– Sorgente/Destinazione (da punto a punto)

- Le azioni sincronizzate sono molto difficili da realizzare
 - I dati arrivano ad un tempo differente per ciascun nodo
- Si perde di banda poichè il dato deve essere inviato molte volte per ogni differente destinazione
- Richiedono più pacchetti per inviare lo stesso messaggio a differenti client
 - Aumenta l'uso della banda di trasmissione
- I dati arrivano ad istanti differenti a destinazioni differenti
- Si richiede l'uso di reti di natura differente per l'invio di dati e per l'I/O time-critical

src	dst	data	crc
-----	-----	------	-----

Confronto tra i metodi di accesso

– Produttore/Consumatore

- Il dato identifica il pacchetto
- Più nodi possono utilizzare lo stesso tipo di dati allo stesso tempo da un singolo produttore
- I nodi possono essere sincronizzati
- C'è un più efficiente utilizzo della banda passante

identificatore	data	crc
----------------	------	-----

Gerarchie: Master/Slave

- Un master, più slave
- I dispositivi slave scambiano dati con il SOLO master
- E' spesso utilizzata la Messagistica implicita (per l'I/O)
- Tipicamente una connessione di tipo uno a uno; limitato l'uso del Multicast o del Broadcast, se esiste;

Gerarchie: Multimaster

- Più di un master nello stesso sistema
- Ogni master ha il suo proprio set di slave
- I dispositivi slave scambiano dati solo con il proprio master
- Maggiormente usata la messagistica di tipo implicita (controllo I/O)
- Tipicamente una connessione di tipo uno a uno; limitato l'uso del Multicast o del Broadcast, se esiste;

Gerarchie: Peer to Peer

- I dispositivi sono trattati alla pari, liberi di scambiare dati con altri dispositivi, come necessario
- Maggiormente usati messaggi di tipo esplicito
- Supportate relazioni di tipo One-to-One, Multicast, or Broadcast

Metodi di scambio dati: polling

- I dispositivi inviano il proprio dato (usualmente la loro uscita) solo quando vengono interrogati da un master
- Usato in gerarchie di tipo Master/Slave e Multimaster
 - Non usato tipicamente in una gerarchia di tipo peer-to-peer
- Inerentemente di tipo uno a uno; Difficilmente legato a relazioni di tipo Multicast o Broadcast
- Progettato tipicamente per il modello Sorgente/Destinazione
- Questo richiede un messaggio di uscita e di ingresso per ciascun nodo della rete.
- Questo metodo è tra i più precisi ma meno efficienti (nel tempo) per richiedere informazioni dai singoli dispositivi.

Metodi di scambio dati: strobing

- I dispositivi inviano il proprio dato (usualmente la loro uscita) solo in corrispondenza di un impulso di sincronizzazione che proviene da una linea parallela
- Usato in gerarchie di tipo Master/Slave
 - Non usato tipicamente in una gerarchia di tipo peer-to-peer
- Inerentemente di tipo uno a uno; Difficilmente legato a relazioni di tipo Multicast o Broadcast
- Progettato tipicamente per il modello Sorgente/Destinazione
- Ogni dispositivo risponde in sequenza, con il nodo 1 che risponde prima, poi rispondono il 2, il 3, il 4 etc.
- Il numero dei nodi può essere assegnato per dare priorità ad un messaggio di un dispositivo rispetto ad un altro.

Metodi di scambio dati: cambio di stato (CDS)

- I dispositivi producono dati solo quando cambiano di stato
- CDS è efficiente poichè:
 - Il traffico di rete è ridotto notevolmente
 - Non vengono impiegate risorse nell'elaborazione di dati vecchi;
- Adatto a gerarchie Master/Slave, Multimaster & Peer-to-Peer
- Adatto a relazioni di collegamento One-to-One, Multicast, o Broadcast
- Questo è il metodo più efficiente ma talvolta meno preciso per ottenere informazioni dai dispositivi
 - la banda occupata e il tempo di risposta diventano grandezze statistiche invece che deterministiche.

Metodi di scambio dati: Ciclico

- I dispositivi producono il proprio dato con una ciclicità preconfigurata
- Lo scambio ciclico è efficiente poichè:
 - I dati sono inviati con una frequenza appropriata per ogni dispositivo e applicazione
 - La banda di trasmissione può essere organizzata in modo da prevedere la presenza di dispositivi che inviano molti dati variando opportunamente un offset;
 - Può essere riservata una zona temporale per l'invio di messaggi asincroni;
- Gerarchie di tipo Master/Slave, Multimaster, & Peer-to-Peer
- Relazioni di connessione del tipo One-to-One, Multicast, o Broadcast;

Standard esistenti (livello 1 e 2)

– Ethernet:

- tipologia a bus, con cavo coassiale schermato come mezzo trasmissivo.
- Velocità massima di trasmissione pari a 10 Mbit/s, possibilità di collegamento di 500 metri per segmento (ripetitori per 5 segmenti). Massimo 1024 nodi. In banda base (un solo canale).
- Codifica in formato Manchester (ogni bit seguito dal suo negato). Dati organizzati in celle di 100 ns. Metodo di accesso CSMA/CD

Formato frame

Sincro	Destin.	Mittente	Protoc.	Dati	Check
8 byte	6 byte	6 byte	2 byte	46 - 1500 byte	4 byte

Standard esistenti (livello 1 e 2)

– Token Bus:

- tipologia a bus, con cavo coassiale schermato (o doppino) come mezzo trasmissivo.
- Velocità massima di trasmissione da 1 a 10 Mbit/s.
- Metodo di accesso a gettone e quindi di tipo deterministico.

– Token Ring:

- Simile alla precedente ma con la struttura ad anello che fissa l'ordine di trasmissione del token.
- Velocità massima di soli 4 Mbit/s.

Stratificazione delle reti

Rete per il controllo:

Assicura le comunicazioni tra dispositivi dedicati al controllo e alla supervisione degli impianti.

Frequenza di trasmissione richiesta maggiore ma riduzione della mole di dati trasmessa.

Spesso viene usata una gestione a token per assicurare il determinismo della trasmissione.

Reti per il campo (bus di campo):

usate per l'interfacciamento tra dispositivi di controllo e sensori ed attuatori intelligenti

Vantaggi del bus aeronautici

- Semplificazione architetturale
 - Maggiore facilità di espansione e riconfigurazione
- Riduzione del cablaggio
- Possibilità di trasmettere informazioni più complesse.
- Diminuzione della criticità dei tempi di risposta
 - dovuto alla possibilità di elaborare localmente alcuni dati.
- Maggiore robustezza delle trasmissioni
 - perché la trasmissione è digitale e non analogica,
 - perché la quantità di dati trasmessi è minore a causa della decentralizzazione delle operazioni di misura