

ROBERTO ACCOMANDO

CAN e le sue varianti

La situazione dei sistemi d'automazione industriale era, fino a poco tempo fa, notevolmente diversa da quella che ci appare oggi e, certamente, si evolverà ancora nel prossimo futuro. Le prime soluzioni si servivano di un'unica unità centrale a elevata potenza di calcolo e di diverse stazioni periferiche. Queste fornivano informazioni solo quando ne aveva bisogno il mainframe, il quale a sua volta aveva il compito di eseguire tutte le operazioni di controllo sul sistema e di ridistribuire i compiti a ognuno dei dispositivi periferici. Il tutto si basava su un tipo di comunicazione punto-punto, ovvero ogni stazione era connessa direttamente all'unità centrale; è naturale che

ciò portasse a un cablaggio oneroso e a spese d'installazione e manutenzione di non poco conto.

Grazie alle sue caratteristiche il protocollo CAN non solo si è affermato nel campo dell'automazione, ma è stato anche re-interpretato da altre soluzioni

Oggi lo sviluppo dei microprocessori ha consentito ai dispositivi di eseguire per proprio conto le operazioni di cui necessitano, decentralizzando così il controllo del sistema e facendo nascere l'esigenza di un metodo efficiente di scambio dei dati. Da ciò sono derivate una sensibile riduzione dei cablaggi, la necessità di utilizzare

interfacce digitali e di standardizzarle, una certa facilità d'installazione e, in ultimo, l'interoperabilità e intercambiabilità dei dispositivi connessi. La piramide CIM (computer integrated manufacturing) indica in dettaglio come all'interno di un'azienda le esigenze di comunicazione siano contrastanti: tipicamente ai livelli alti, riguardanti la gestione degli stabilimenti, occorre poter trasferire grosse quantità di informazioni a una frequenza non

elevata; ai livelli bassi, di campo e controllo, invece, i dati sono di pochi byte o bit, ma vanno spediti molto più frequentemente. Abbiamo così diversi tipi di rete, a secondo del livello al quale si collocano, con caratteristiche e standard diversi. In particolare, le reti di campo consentono l'integrazione tra PLC e dispositivi di controllo con sensori e attuatori. La comunicazione deve essere snella e veloce, con protocolli semplici che producano poco carico di lavoro per i microprocessori. Per questo motivo, vengono realizzate funzioni riguardanti i soli primi due livelli del modello ISO/OSI. La rete CAN è fra le più note di queste.

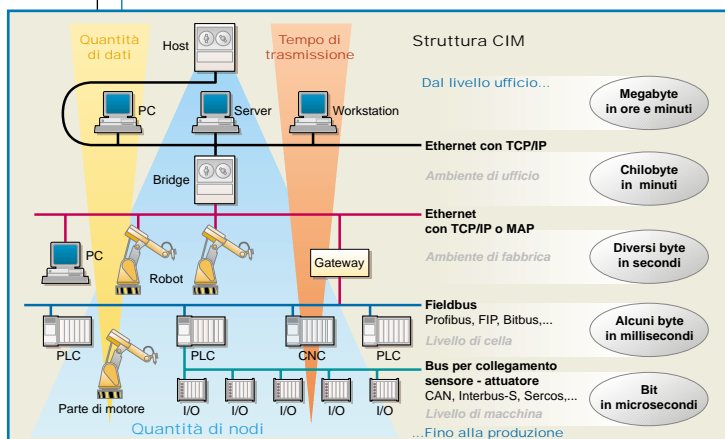
Cosa è CAN?

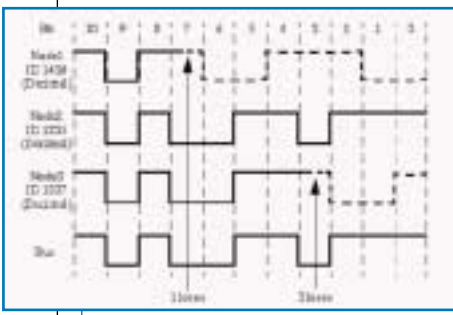
CAN, Controller Area Network, è un bus seriale di comunicazione dati progettato per applicazioni real-time. E' nato originariamente per l'industria automobilistica, ma si è diffuso presto nell'automazione industriale per le sue caratteristiche di robustezza e affidabilità. E' stato sviluppato da Robert Bosch nel lontano 1986 su richiesta di Mercedes. L'esigenza di far comunicare i molti dispositivi elettronici presenti all'interno delle automobili (antilock braking system, traction control, air conditioning control, chiusura centralizzata sono solo alcuni esempi) e la complessità di questi avrebbero portato a un aumento insostenibile dei collegamenti necessari e a una duplicazione dei sensori, con conseguente aumento dei costi di produzione e soprattutto notevole ingombro fisico. Per questo è nato CAN, che consente a controllori, sensori e attuatori di comunicare a una velocità pari a un massimo di 1 Mbps, con bassi costi di progettazione e implementazione, funzionamento in ambienti ostili, facilità di configurazione e modifica, nonché rilevamento automatico degli errori di trasmissione.

Analisi delle caratteristiche

Il protocollo CAN si colloca all'interno del modello ISO/OSI ai livelli 1-fisico e 2-data link, lasciando totale libertà all'utente per la configurazione del livello 7-applicazione. Il nucleo del protocollo è nel livello data link; la particolare tecnica di accesso al mezzo di trasmissione prevede l'assenza di indirizzi mittente/destinatario. I pacchetti trasmessi da una stazione CAN non contengono indirizzi di alcun genere, al loro posto troviamo un identificatore del contenuto del messaggio (giri al minu-

La piramide CIM (Computer Integrated Manufacturing)





Arbitraggio di accesso al bus CAN

to, temperatura motore, temperatura abitacolo ecc...) unico sull'intera rete. Un nodo rice-

vitore può così verificare il contenuto del messaggio e filtrare i soli pacchetti ai quali è interessato, ignorando gli altri. Questo modo di operare è detto 'multicast'. Un'altra importante caratteristica, che ha favorito la decisa affermazione di CAN, è la sua sicurezza. La sua alta affidabilità si misura con la capacità di identificare dati corrotti da eventuali guasti di trasmissione. La probabilità residua di errore è una misura statistica ed è definita come la probabilità che un messaggio sia corrotto e non diagnosticato tale da nessun apparato della rete. Questa probabilità è in effetti così piccola per cui nessun messaggio errato rimane irrilevato su tutto il ciclo di vita del sistema. Si è calcolato che su una rete operante a 1 Mbps, con un'utilizzazione media del bus del 50%, una lunghezza media dei messaggi di 80 bit e un tempo di lavorazione di 8 ore al giorno per 365 giorni l'anno, un errore irrilevato capiterà ogni mille anni.

Una terza importante caratteristica di CAN riguarda il metodo di accesso al mezzo trasmissivo, che permette di garantire la comunicazione realtime ricorrendo a un metodo Cdma/CD modificato, realizzando una 'non-destructive bitwise arbitration'. Due o più stazioni che iniziano a trasmettere competono per l'accesso al bus sul loro valore di priorità, determinato dall'identificatore. Quello con il valore numerico più basso vince la competizione per il canale. Ogni conflitto viene risolto in accordo con il meccanismo del 'wired-and', secondo il quale lo stato dominante (0 logico) sovrascrive lo stato recessivo (1 logico).

In questo modo, il nodo 'vincente' continua a trasmettere come se fosse stato il solo ad accedere al bus, senza bisogno di ritrasmissioni; i nodi perdenti, invece, diventano subito ricevitori e non tentano la ritrasmissione fino a che il bus non si è liberato. Questa tecnica garantisce il determinismo dell'accesso al bus e l'as-

senza di periodi d'inattività del canale. In ultimo, è importante sottolineare gli aspetti fisici di questo protocollo, che impattano sul suo utilizzo. Il livello fisico di CAN è stato standardizzato in accordo alla norma ISO 11898. Il cavo trasmissivo può essere costituito da un doppino intrecciato schermato o non schermato. La lunghezza massima del bus dipende dalla velocità trasmissiva. Il fronte di salita di un bit deve poter viaggiare lungo tutto il bus e tornare indietro prima che il bit venga campionato.

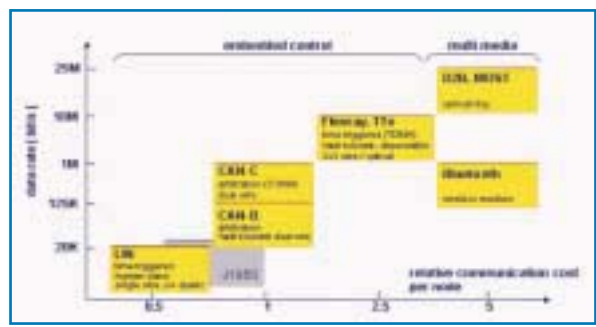
Le varianti: DeviceNet

Dal protocollo trasmissivo CAN sono derivati nel corso del tempo nuovi sistemi che reinterpretano la filosofia CAN o la riutilizzano in tutto o in parte; si può parlare quindi a tutti gli effetti di 'varianti di CAN'. La più importante è sicuramente DeviceNet. Esso si propone a tutti gli effetti come un protocollo che permette la connessione in rete tra semplici unità industriali, come sensori/attuatori, e dispositivi di più alto livello, come i controllori. I principali benefici portati da DeviceNet riguardano il costo ridotto del sistema di cablaggio, la possibilità di utilizzo dell'intelligenza distribuita in alcuni dispositivi di basso livello e la maggiore capacità diagnostica. DeviceNet è a tutti gli effetti in grado di supportare applicazioni industriali. Infatti, utilizza CAN per svolgere funzioni di data link e il modello CIP (Common Industrial Protocol) per gli strati superiori della rete. Si tratta di uno standard aperto gestito da Odva e accettato all'interno degli organismi di standardizzazione internazionale. La decisa affermazione di DeviceNet sul mercato è sicuramente stata favorita dalla presenza di più di 700 produttori a livello mondiale in grado di fornire prodotti basati su questa tecnologia.

Entrando nel dettaglio

Rete multi-drop digitale che permette la connessione e la comunicazione tra controllori industriali e dispositivi I/O, dove ogni elemento della rete costituisce un nodo dell'architettura, DeviceNet può essere definito come un sistema fieldbus progettato per connettere direttamente i dispositivi di campo più semplici (ad esempio, finecorsa meccanici e di prossimità, fotocellule, encoder, relè di protezione motore, sistemi I/O modulari/compatti, pannelli operatore ecc.). Il protocollo garantisce il trasferimento di due tipi di dati: informazioni di stato, come l'aggiornamento ciclico dei segnali di I/O ad alta priorità, o informazioni di diagnostica e configurazione, attraverso degli accessi occasionali alla rete che non interferiscono con le prestazioni richieste per l'aggiornamento dei segnali di I/O.

DeviceNet è basato sul modello producer/consumer, per cui tutti i dispositivi della rete presentano la capacità indipendente di produrre e consumare informazioni sul bus. Il metodo di accesso non è mai centralizzato



Il protocollo LIN nasce per applicazioni automotive

come nel modello source/destination, ma distribuito o multiplo. Inoltre, i dati sono identificati dal contenuto e non dalla destinazione; quindi, un messaggio trasmesso da un producer è ricevuto da tutti i nodi, ma usato solo dai consumer della specifica informazione. Questo permette di assicurare l'assenza di trasmissioni ripetute a più destinazioni. La relazioni fra i nodi può essere peer-to-peer o multi master/slave. Le reti peer-to-peer sono generalmente realizzate con logica token, per cui ogni dispositivo può trasmettere solo quando è in possesso del token; di conseguenza, non è possibile fare alcuna assunzione deterministica sui tempi di trasmissione. Viceversa, il modello master/slave, grazie alla presenza di un unico master per rete, permette attraverso una pooling list di ottenere tempi deterministici.

LIN: local interconnect network

Il sistema LIN nasce come soluzione per applicazioni nel settore automobilistico e può essere considerato a tutti gli effetti una variante del più celebre CAN. Si può definire come un sistema di comunicazione seriale pensato per basse velocità, in cui sono definite oltre al protocollo di scambio dati, le specifiche per il livello fisico, la definizione delle interfacce per lo sviluppo dei tool e

Distanza e velocità con CAN

Lunghezza del bus (m)	Max bit rate (bit/s)
40	1 Mbps
100	500 kbps
200	250 kbps
500	125 kbps
6.000	10 kbps

del software applicativo. Le caratteristiche che hanno permesso a LIN di affermarsi e che possono essere considerate a tutt'oggi i maggiori punti di forza di questo protocollo, sono costituiti dalla semplicità di utilizzo e dal basso costo d'implementazione.

La facilità di utilizzo è garantita dall'architettura single master/multiple slave, che non necessita di funzionalità di arbitraggio.

I tempi di latenza sono garantiti, per cui è possibile effettuare delle previsioni sulle prestazioni della rete. I costi ridotti d'implementazione derivano dalla possibilità di effettuare l'autosincronizzazione dei nodi slave, senza bisogno di costosi risonatori ceramici o a cristalli. Inoltre, si possono utilizzare un unico cavo e semplici interfacce hardware Uart/SCI. ■