

Il bus per l'automobile

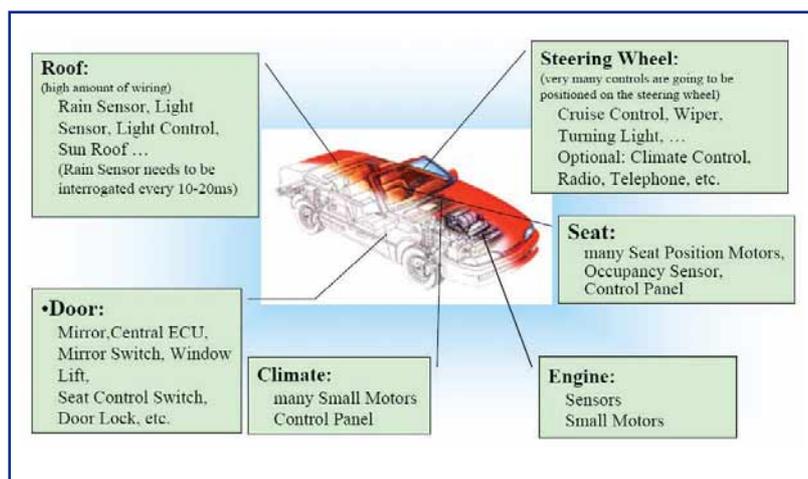
Lo standard Local Interconnection Network (LIN) offre un sistema di comunicazione seriale a basso costo per gestire l'elettronica distribuita sempre più diffusa nel settore automobilistico

GIORGIO CORONA

LIN è un sistema di comunicazione per reti di interconnessione locali negli autoveicoli, che permette di realizzare una rete a costi accessibili per interruttori, sensori intelligenti e attuatori in contesti dove non sono richieste la larghezza di banda e la versatilità di CAN. Questo protocollo di comunicazione è basato sul formato di dati SCI (Uart) che prevede un unico master e diversi slave, un bus monofilo a 12 V e un clock di sincronizzazione dei nodi.

Il consorzio LIN (www.lin-subbus.org) ha sviluppato uno standard per comunicazioni seriali a basso costo con il relativo ambiente di sviluppo, che permette alle case automobilistiche e ai loro fornitori di creare, implementare e gestire sistemi multiplex gerarchici complessi in modo molto economico.

La specifica LIN definisce il protocollo di trasmissione, il mezzo di trasmissione, le interfacce per gli strumenti di sviluppo e il software applicativo. LIN supporta l'interoperabilità dei nodi di rete dal punto di vista hardware e software, con un comportamento EMC prevedibile. In questo modo è possibile implementare una 'catena ininterrotta' di



L'elettronica di controllo del veicolo è una delle principali applicazioni del bus LIN

strumenti di sviluppo e progettazione, accelerando il ciclo di sviluppo e aumentando l'affidabilità della rete.

Il protocollo LIN

Come detto, LIN è un protocollo seriale monofilo basato sull'interfaccia SCI (Uart), ampiamente disponibile in commercio sotto forma di moduli di silicio presenti su quasi tutti i microcontrollori. L'accesso alla rete LIN è controllato da un nodo master, pertanto non è richiesta alcuna gestione delle collisioni sui nodi slave, avendo così tempi di latenza garantiti per la trasmissione del segnale. Le caratteristiche principali di LIN sono: sistema con cavo unipola-

re a basso costo; velocità fino a 20 Kb/s (limitate per questioni di compatibilità elettromagnetica); configurazione a master singolo e slave multipli; nessuna gestione delle collisioni; hardware a basso costo con drastica riduzione dei costi della piattaforma hardware; sincronizzazione automatica dei nodi slave senza risonatore a cristallo o ceramico; tempi di latenza garantiti per la trasmissione del segnale; prevedibilità del comportamento. La rete LIN è composta dunque da un nodo master e uno o più nodi slave. Tutti i nodi svolgono un task di comunicazione slave articolato in una fase di trasmissione e una di ricezione, mentre il nodo master integra una funzione aggiuntiva di trasmissione master. La comunicazione viene sempre avviata dal task master. Il master invia un header di messaggio che contiene il break di sincronizzazione, il byte di sincronizzazione

di risposta del sistema e il comportamento temporale. E' necessario progettare il sistema con cura affinché, nel caso in cui il master perda un messaggio slave, questo possa raggiungere il master alla prima sequenza di schedulazione utile, grazie alla configurazione master-slave. Fin dall'inizio, il consorzio LIN non solo ha redatto le specifiche del protocollo di comunicazione, ma ha posto grande enfasi su un processo di sviluppo dei sistemi coerente, omogeneo e ben definito.

Il flusso di lavoro ottenuto consente l'implementazione di una 'catena ininterrotta' di strumenti di progettazione e sviluppo. L'elemento chiave di tutto il processo di sviluppo è il LIN Description File (LDF) che descrive interamente il comportamento della rete LIN, detta cluster LIN a partire dal rilascio della specifica 2.0. Il file LDF può essere crea-

	LIN	CAN
controllo accesso	master singolo	master multiplo
velocità bus tipica	da 2,4 a 19,6 kbps	da 62,5 a 500 kbps
instradamento messaggio multicast	identificativo 6 b	identificativo 11/29 b
dimensione rete tipica	da 2 a 10 nodi	da 4 a 20 nodi
codifica bit/byte	NRZ 8N1 (Uart)	NRZ con bit stuffing
data byte per frame	2, 4, 8 B	da 0 a 8 B
tempo di trasmissione per 4 data byte	3,5 ms a 20 kbps	0,8 ms a 125 kbps
rilevamento errori (data field)	8 b checksum	15 b CRC
livello fisico	unipolare, 13,5 V	doppino ritorto, 5 V
risonatore cristallo/ceramico	no (tranne master)	sì
costo relativo per connessione rete	x 0,5	x 1

Tab. 1 - Protocolli LIN e CAN a confronto

e l'identificativo del messaggio. Al ricevimento e filtraggio dell'identificativo viene attivato esattamente un task slave, che avvia la trasmissione del messaggio di risposta. La risposta contiene due, quattro o otto byte di dati e un byte di controllo (checksum). L'header e la risposta formano un cosiddetto frame di messaggio. L'identificativo di un messaggio definisce il contenuto del messaggio ma non la sua destinazione. Questo sistema permette di scambiare dati in diversi modi: dal nodo master (usando il task slave) a uno o più nodi slave, oppure da un nodo slave al nodo master e/o ad altri nodi slave. E' possibile inviare segnali direttamente da slave a slave senza passare attraverso il nodo master, oppure diffondere messaggi in 'broadcast' dal master a tutti i nodi della rete. La sequenza di frame di messaggio viene gestita dal master. Il numero, la sequenza e la frequenza dei messaggi nel frame di schedulazione del master determinano, oltre alla velocità in baud, il tempo

to manualmente oppure con uno strumento di generazione (System Generator). Un'altra novità di LIN 2.0 sono i Node Capability File, che definiscono baud rate, versioni di protocollo, segnali e messaggi.

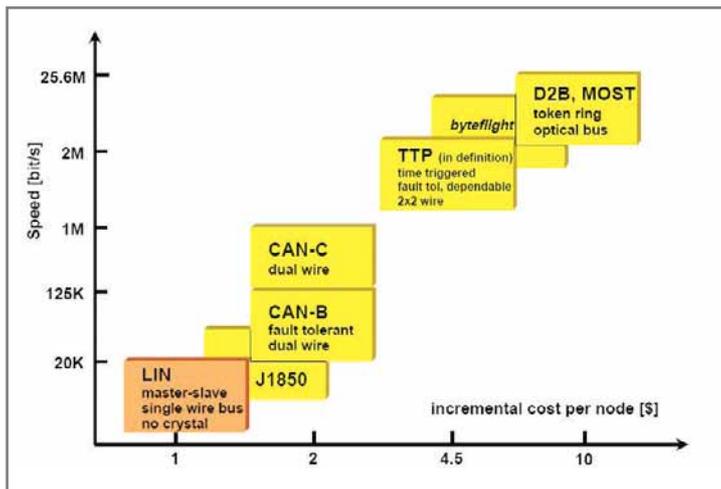
Il Node Capability Language ha una sintassi che permette di specificare nodi slave reperibili in commercio 'off-the-shelf', rendendo di fatto possibile il plug&play dei nodi in un cluster. I fornitori di nodi slave offrono infatti il Node Capability File in dotazione con i loro componenti. In questo modo il system integrator può sviluppare il LIN Description File per il suo cluster specifico.

Parametro	Valore tipico
Velocità di comunicazione	da 9,6 a 19,2 kbaud
Livello tensione	13,5 V
Velocità di variazione del segnale (slew rate)	2 V/us
Resistenza terminale	Master 1 kOhm Slave 30 kOhm
Condensatore terminale	Master 220 pF Slave 2,2 nF
Capacitanza della linea	da 100 a 150 pF/m

Tab. 2 - Parametri principali del livello fisico LIN

Applicazioni tipiche di LIN

L'elettronica negli autoveicoli migliora il comfort e la sicurezza degli occupanti. L'evoluzione dell'elettronica di controllo dell'abitacolo e della scocca è pertanto determinante per la capacità delle case automobilistiche di produrre veicoli intelligenti, piacevoli da guidare, affidabili e sicuri. L'elettronica aumenta il grado di sicurezza di un veicolo semplificandone il funzionamento ed esentando il guidatore da attività che potrebbero distrarlo. Le applicazioni tipiche



Protocolli di comunicazione usati nel settore automobilistico. Come si vede, LIN si posiziona nella fascia economica e a bassa velocità

che del bus LIN riguardano gruppi specifici come portiere, volante, sedili, motori, sensori di climatizzazione, luci, sensori per la pioggia, tergicristalli, ecc. Tutti questi assiemi ai componenti possono essere collegati alla rete dell'auto ed essere accessibili a scopo di diagnostica e servizio. La tradizionale codifica analogica dei segnali viene gradualmente sostituita da segnali digitali, traducendosi in un cablaggio ottimizzato. In un sistema di controllo centralizzato del veicolo, gli attuatori e i sensori sono cablati fisicamente a una centralina elettronica tramite protocollo CAN.

La centrale scambia segnali attraverso una connessione CAN con altre centraline. Il cablaggio fisico è necessario se attuatori e sensori locali richiedono prestazioni di calcolo elevate. Nei sistemi con requisiti inferiori, si può invece utilizzare un sistema distribuito alternativo basato su attuatori e sensori intelligenti. Questa ripartizione permette di realizzare un'architettura di sistema scalabile con componenti universali. Tale architettura risulta economica se la spesa aggiuntiva per l'intelligenza locale e la rete è compensata da un risparmio in produzione e sviluppo, grazie alla riduzione del numero di componenti elettronici. I fattori chiave di questa architettura sono appunto il bus LIN, la mecatronica a basso costo e l'integrazione

dei semiconduttori. Utilizzando il bus LIN per applicazioni di fascia bassa, due fattori diventano critici: il primo è il costo di comunicazione per nodo che deve essere nettamente inferiore al bus CAN; il secondo è che non sono richieste le prestazioni, la larghezza di banda e la versatilità di CAN. Gran parte del risparmio di LIN rispetto a CAN deriva dalla trasmissione di LIN su cavo singolo, dal basso costo di implementazione di hardware e software, e dall'eliminazione di risonatori a cristallo o ceramici nei nodi

slave. Questi vantaggi vengono barattati con una larghezza di banda inferiore e uno schema rigido di accesso al bus con master singolo. Nella tabella 1 sono messe a confronto le principali caratteristiche dei protocolli LIN e CAN.

Un esempio pratico: modulo portiera/specchietto

Il numero sempre maggiore di funzioni elettroniche integrate nelle portiere delle auto rappresenta un ottimo esempio dell'uso del bus LIN. Le funzioni possono essere aggiunte e rimosse mantenendo la stessa progettazione del sistema e senza impattare l'hardware e il software degli altri nodi slave. In questo modo è possibile integrare moduli pre-assemblati o pre-collaudati quando si aggiungono funzioni



Esempio di ricetrasmittente LIN con regolatore di tensione incorporato (Fonte: Microchip Technology)

e optional lungo il processo di sviluppo e in fase di assemblaggio finale del veicolo. Le funzioni del cluster LIN per la portiera comprendono: alzacristalli con o senza protezione anti-schiacciamento; controllo PWM del motorino; monitoraggio della posizione del finestrino; controllo dell'attuatore della serratura della portiera, completo di controllo del motorino e controllo del contatto di apertura della

tutorial

AO
automazioneoggi tutorial

porta; controllo del quadro elettrico; controllo dell'illuminazione. La funzione dello specchietto può essere integrata su uno o più nodi slave, a seconda della flessibilità e degli optional che il costruttore vuole offrire al cliente, ad esempio specchietto su/giù e dentro/fuori, riscaldamento, puddle lamp (che illumina il terreno evitandovi brutte sorprese quando scendete dall'auto, puddle significa infatti pozzanghera), freccia, attenuazione (sugli specchietti elettro-cromatici) e ritrazione elettrica dello specchietto in modo che non sporga quando l'auto è parcheggiata.

Le esigenze del nodo master sono ampiamente coperte da microcontrollori a 8 b con interfaccia CAN e Usart/Enhanced Usart. Le funzioni dei nodi slave nel caso specifico del gruppo portiera/specchietto rientrano normalmente nella fascia bassa di prestazioni dei microcontrollori a 8 b con costi accessibili. In generale, la richiesta di I/O viene coperta con package da 14 a 28 pin, mentre la memoria di programma varia da 2 a 16 KB a seconda della complessità delle funzioni di controllo.

Riepilogo

Finora nessun altro standard era stato adottato con la stessa rapidità di LIN nel settore dell'elettronica automobilistica. Dalla stesura dello standard LIN alla fine del 1998 all'introduzione delle prime auto prodotte in serie nel 2001, sono infatti trascorsi meno di tre anni.

Consolidandosi prima sul mercato europeo, LIN ha poi suscitato grande interesse in tutto il mondo. Le applicazioni di controllo negli autoveicoli hanno tratto beneficio dall'adozione di LIN.

Lo standard LIN, fattore chiave per l'implementazione di una rete gerarchica nel veicolo, definisce la specifica del protocollo di trasmissione, il mezzo di trasmissione, l'interfaccia fra gli strumenti di sviluppo e le interfacce per la programmazione software. LIN garantisce l'interoperabilità dei nodi di rete dal punto di vista hardware e software, oltre a un comportamento EMC prevedibile. Il bus LIN soddisfa le esigenze di costi e prestazioni delle applicazioni nel settore automotive, favorendo inoltre la standardizzazione e il riutilizzo di attuatori e sensori. Con la pubblicazione della specifica LIN 2.0 è stato inoltre aggiunto il supporto plug&play.

I sistemi bus LIN sono ampiamente diffusi nei veicoli attualmente in produzione. Fornitori di strumenti, semiconduttori e software di terze parti mettono a disposizione un'ampia gamma di strumenti, hardware e software. Grazie a un processo di sviluppo ben definito e alle prove di conformità sui componenti, sono stati raggiunti alti livelli di qualità e interoperabilità.

La standardizzazione su LIN ha frenato la proliferazione di alternative multiplexing a basso costo, traducendosi in una riduzione dei costi di sviluppo e produzione in virtù dell'attenzione generale verso gli obiettivi dello standard LIN. Per maggiori informazioni sullo standard LIN vi rimandiamo al sito Web del consorzio, www.lin-subbus.org, al quale noi stessi abbiamo attinto per le informazioni presentate in questo articolo. ■



FIERA DI VICENZA

12-14 OTTOBRE 2006



Banca Popolare di Vicenza
Sponsor Ufficiale Fiera di Vicenza

SIN
SICUREZZA INDUSTRIALE
powered by MICROELETTRONICA

Mostra-Convegno della Sicurezza Industriale

9.30 - 18.00 continuato

in contemporanea con

IMPA
tec'06

SICUREZZA INDUSTRIALE.
NEL CUORE DELL'AUTOMAZIONE

www.sin.microelettronicafiera.it
sin@vicenzafiera.it
Tel 0444/969.960 - Fax 0444/969.000

All'interno della manifestazione: ASI VILLAGE
organizzato da AS INTERFACE ITALIA



SIEMENS



readerservice.it n.14354