di **Florian Häfele**

INTEROPERABILITÀ: FATTORE DI SUCCESSO PER ETHERCAT

IL TEMA DELL'INTEROPERABILITÀ ASSUME PER ETHERCAT, PROTOCOLLO ETHERNET INDUSTRIALE, UN SIGNIFICATO PARTICOLARE, RAPPRESENTANDO UNO DEI FATTORI DI SUCCESSO DI QUESTA TECNOLOGIA

Con interoperabilità si intende la capacità di sistemi differenti di interfacciarsi tra loro in modo diretto: è questa in un certo senso l'idea alla base di Ethernet. Dispositivi di fornitori diversi possono interagire senza problemi tra loro sulla base del principio plug&play. L'interoperabilità è già prevista da Ethercat nel principio di funzionamento e nell'implementazione e garantisce, insieme al supporto di ETG - Ethercat Technology Group, la possibilità di far cooperare dispositivi di fornitori diversi.

Interoperabilità: cosa significa?

Innanzitutto vale la pena chiarire cosa si intende comunemente con interoperabilità. In breve, l'interoperabilità rappresenta la capacità di differenti sistemi di cooperare correttamente. In relazione alle tecnologie bus di campo, sia quelle tradizionali, sia le versioni più moderne basate su Ethernet, interoperabilità significa la capacità dei dispositivi di campo connessi alla rete, anche qualora essi siano stati sviluppati da costruttori diversi, di interagire tra loro. In generale, esiste una differenza significativa tra i sistemi bus di campo tradizionali, basati su un supporto fisico di tipo 'shared medium', e le attuali tecnologie basate su Ethernet.

Un cavo per tutti i nodi

Lo 'shared medium' viene utilizzato per lo scambio di dati tra componenti all'interno di un PC o tra PC diversi. Noto è l'approccio 'shared medium' in relazione al concetto di 'bus' che, secondo l'origine latina del termine, significa 'per tutti' o 'con tutti'. Nella tecnologia bus di campo questo significa che tutti i dispositivi connessi alla rete, attuatori e sensori, utilizzano a livello elettrico lo stesso identico mezzo fisico, ossia un cavo comune.

Ogni dispositivo che viene collegato al cavo genera però un'impedenza, a causa della quale il comportamento elettrico del cavo stesso viene leggermente modificato. Il segnale elettrico che si propaga sul cavo viene attenuato e in parte riflesso. Questa attenuazione limita le dimensioni della rete, sia in termini di estensione spaziale, sia di numero di dispositivi che possono essere connessi a essa. Non solo il comportamento elettrico ma anche quello temporale, ossia l'istante in cui un dispositivo invia il segnale sul cavo, può condizionare considerevolmente il sistema complessivo. Inoltre, può accadere che il disturbo si manifesti non in prossimità della causa che lo ha determinato, bensì in un punto completamente diverso della rete. Può quindi verificarsi un'influenza reciproca tra i diversi dispositivi di campo e la ricerca degli errori può risultare conseguentemente complessa.

Sempre punto-punto

Ethernet, così come viene utilizzato nelle reti locali, presenta sempre al contrario un collegamento punto-punto, chiamato anche 'point-to-point' o 'peer-to-peer'). Il punto di insorgenza dei disturbi elettrici, così come gli effetti di questi ultimi, sono così delimitati a priori, in quanto essi possono interessare solamente i due dispositivi agli estremi di ciascuna tratta. Errori di protocollo, così come un comportamento temporale errato, non ingenerano conseguenze sui dispositivi adiacenti, il che semplifica notevolmente la localizzazione degli errori. Di conseguenza, Ethernet come tecnologia di base per il cosiddetto Ethernet industriale, ossia Ethernet impiegato in ambienti industriali difficili, ha già intrinsecamente il potenziale per un'interoperabilità nettamente migliore in confronto alle tecnologie classiche, basate sul principio dello 'shared medium' descritto in precedenza.

Come Ethernet ma unico nel suo genere…

Anche il protocollo Ethernet industriale Ethercat è basato su Ethernet. Esso utilizza i telegrammi, così come il substrato fisico, dello standard Ethernet Ieee 802.3 e soddisfa in più, in quanto Ethernet industriale, le esigenze della comunicazione a livello bus di campo, quali la proprietà di hard realtime, in grado di garantire tempi di risposta deterministici, o la possibilità di integrare all'interno della rete dispositivi in numero potenzialmente illimitato. Per poter soddisfare le esigenze sul campo nel modo più efficace possibile, Ethercat opera con un principio di fun-

zionamento tanto efficiente quanto unico nel suo genere: il processamento dei telegrammi 'on the fly'. Compiti quali la configurazione, la diagnosi e la manutenzione risultano con Ethercat molto semplificati, in quanto Ethercat assegna automaticamente gli indirizzi ai nodi, quindi un'impostazione manuale di questi ultimi non è più necessaria. Nella maggior parte delle applicazioni, per indirizzare tutti i dispositivi della rete è sufficiente inviare un singolo telegramma Ethercat per ogni ciclo di comunicazione. Grazie a questa elevata efficienza di trasmissione dei dati, insieme all'approccio 'peer-to-peer', anche l'immunità ai disturbi elettromagnetici risulta massimizzata. Qualora nonostante tutto si verifichino dei disturbi, questi ultimi vengono non solo riconosciuti in modo affidabile, ma anche localizzati in modo preciso, fatto che riduce notevolmente i tempi di ricerca guasti.
Ethercat non richiede né switch, né hub per la realizzazione dell'infrastruttura fisica di rete, cosicché le collisioni vengono prevenute alla radice anche in caso di applicazioni caratterizzate da specifiche temporali particolarmente stringenti. In aggiunta, per ogni porta di un dispositivo Ethercat sono disponibili dei contatori di errore, che rendono possibile una precisa diagnostica di rete.

	Transport-Layer	Standard	Description
This is Ethernet	DL higher layer	IEEE802.1	• Bridging ("switching") • Forwarding, buffering
	DL lower layer	IEEE802.3	• Frame format e.g. min/max frame size; framing • MAC: Media Access Control
	PhL	IEEE802.3	• PHY (bit coding, signaling)

Figura 1 - Il protocollo Ethercat utilizza frame Ieee 802.3 standard

In termini di interoperabilità Ethercat segna una notevole differenza rispetto a tecnologie analoghe proprio per la modalità con cui il protocollo viene processato. Tale processamento avviene in un componente di comunicazione Ethercat dedicato, che garantisce sempre l'elaborazione dei telegrammi con una velocità elevata e costante. Quanto Ethercat sia performante come tecnologia bus di campo è testimoniato, non da ultimo, dalla molteplicità di dispositivi slave e master, così come di tool di configurazione, disponibili sul mercato mondiale.

Comportamento uniforme a tutti i livelli dello stack

Ethercat viene descritto, come normalmente avviene nell'ambito della comunicazione, sulla base del modello a livelli ISO/OSI. Considerando questa struttura è possibile spiegare bene l'uniforme comportamento dei dispositivi Ethercat.

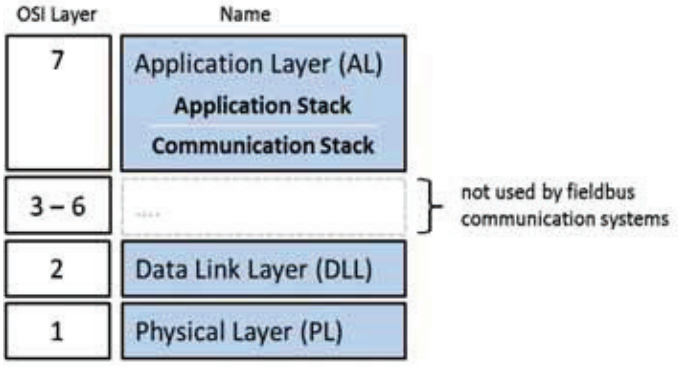

Figura 2 - Ethercat viene descritto con il modello a livelli ISO/OSI

Il 'Physical Layer' (PhL) descrive le condizioni per l'invio e la ricezione sul cavo Ethernet di '0' e '1' intesi come segnali elettrici. In pratica, esso è rappresentato dai componenti (PHY) che a entrambi gli estremi del cavo convertono i segnali elettrici analogici in segnali digitali e viceversa. Il PhL definisce la velocità così come le caratteristiche di trasmissione, nel caso di Ethercat 100 Mbps full-duplex. Il 'Data Link Layer' (DLL) descrive la struttura dei telegrammi, l'indirizzamento dei singoli dispositivi così come pure l'ordine di processamento, che in Ethercat segue un semplice principio.

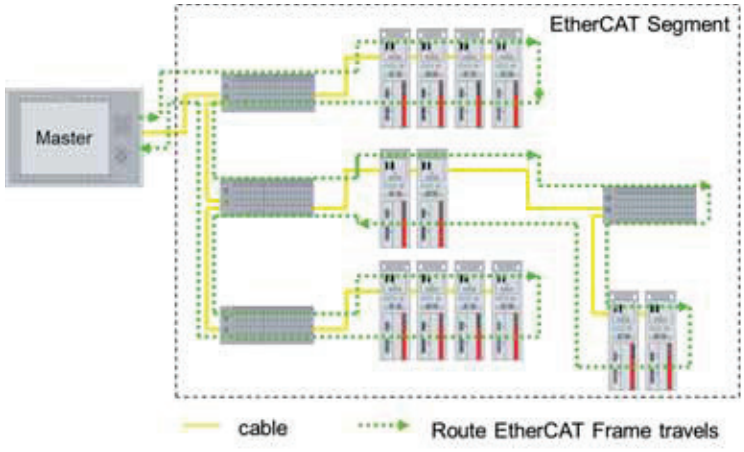

Figura 3 - Ordine di processamento dei telegrammi nella rete

Il percorso dei telegrammi è fisso e noto a priori e non sussiste possibilità di collisioni. Inoltre, con questo approccio il tempo di propagazione è deterministico in qualunque condizione.
Sia il PhL che il DLL sono in Ethercat completamente conformi allo standard Ieee 802.3 così come utilizzato, per esempio, da router, switch o PC (si veda figura 1). I problemi di interoperabilità a livello fisico, così come Data Link sono quasi completamente esclusi, in quanto il fornitore del dispositivo non è chiamato a implementare alcuna funzionalità a questi livelli e il processamento affidabile del protocollo DLL è assicurato automaticamente dall'impiego di un chip hardware dedicato.
L''Application Layer' (AL) si divide in due parti: lo stack di comunicazione e lo stack applicativo (si veda figura 2). Il primo implementa tutte le funzioni rilevanti dal punto di vista Ethercat, come lo scambio dei dati di processo ciclici o dei parametri aciclici.
A questo livello, un ruolo importante rivestono la sincronizzazione e la gestione degli errori, definita dalla Ethercat State Machine. Lo stack applicativo implementa invece le funzionalità specifiche del dispositivo, per esempio l'acquisizione della misura di un sensore o gli algoritmi di controllo di un azionamento. I servizi e le strutture dati di questo secondo livello sono definite in modo fisso, mentre il contenuto varia a seconda della funzione del singolo dispositivo e viene implementato nel software dal fornitore del dispositivo stesso.
Riassumendo, si può affermare che i livelli inferiori (PhL e DLL) negli dispositivi Ethercat sono interoperabili grazie alla struttura e all'impiego descritti e questo costituisce la migliore premessa per un approccio plug&play.
Gli aspetti critici, ai quali è necessario porre specifica attenzione in termini di interoperabilità, sono nel caso di Ethercat molto limitati. Essi si riducono a quelle funzionalità implementate nel AL e, in particolare, nello stack applicativo, così come nel master Ethercat e nel tool di configurazione di quest'ultimo. Elemento di semplificazione è a questo riguardo il fatto che, anche nel AL, è necessario considerare sempre e solo una relazione uno-a-uno tra lo slave Ethercat e il master o il tool di configurazione.

Supporto per gli stack applicativi

Un fattore di successo di Ethercat è la disponibilità, fin dalla sua introduzione, di uno stack che è diventato nel corso del tempo un riferimento de facto tra i membri ETG per l'implementazione di Ethercat slave. Esso è noto come Slave Stack Code (SSC) e viene sviluppato e aggiornato da Beckhoff. La continua manutenzione dello SSC, così come la sua ampia diffusione, sono una ragione ulteriore del comportamento unitario e interoperabile dei dispositivi Ethercat. I costruttori hanno a disposizione una base affidabile all'interno della quale essi possono integrare le proprie funzionalità specifiche, senza la necessità di dover programmare in prima persona l'intero stack di comunicazione di base.
In aggiunta, l''Object Dictionary Tool', che può essere scaricato gratuitamente insieme allo SSC, consente la descrizione dei parametri e delle variabili cicliche in un foglio di calcolo riassuntivo e genera, a partire da questo, tutte le relative strutture dati sia nei file di codice sorgente del firmware, sia nel file XML di descrizione associato al dispositivo. Lo sviluppatore può in questo modo descrivere rapidamente il cosiddetto Object Dictionary in modo consistente e corretto.

Conformance Testing

Alla base dell'interoperabilità tra tutti i dispositivi, il Conformance Test Tool, insieme alla relativa raccolta di 'Test file', rappresenta il riferimento per gli slave Ethercat. I Test File vengono definiti e rilasciati da Ethercat Technology Group e costantemente sviluppati internamente all'organizzazione, in modo da coprire sempre nuove funzionalità, così come profili applicativi. Relativamente al CTT, l'assemblea dei membri ETG ha stabilito una politica di certificazione efficiente ed efficace, vale a dire: fintanto che un costruttore fornisce dispositivi Ethercat slave, egli è tenuto a utilizzare l'attuale versione del CTT e a testare mediante essa i propri dispositivi 'in-house' prima del rilascio sul mercato. In questo modo, la conformità viene assicurata già durante il processo di sviluppo e risparmia ai costruttori ulteriori sforzi per una certificazione obbligatoria al termine dello sviluppo stesso.
In aggiunta al test obbligatorio 'in-house', gli Ethercat Test Center (ETC) accreditati da ETG in Germania, Giappone, Cina e Nord America consentono di sottoporre i dispositivi a un Ethercat Conformance Test facoltativo, anch'esso specificato da ETG, nel corso del quale, tra l'altro, viene eseguita anche la verifica mediante Conformance Test Tool. A seguito del superamento con successo di tale test, viene rilasciato un certificato ufficiale che attesta come il dispositivo rispetti le specifiche fondamentali dello standard.

Impegno globale per l'interoperabilità

Accanto alla definizione dei Test File precedentemente citati, Ethercat Technology Group ha stabilito ulteriori meccanismi per assicurare costantemente l'interoperabilità dei dispositivi Ethercat. Per esempio, annualmente vengono organizzati in America, Asia ed Europa i cosiddetti 'Ethercat Plug Fest'. Durante queste manifestazioni si incontrano ogni anno più di 200 sviluppatori di dispositivi Ethercat, al fine di testare i propri prodotti e di assicurarne l'interoperabilità. Oltre che i Plug Fest, i fornitori di master Ethercat possono usufruire di reti di interoperabilità Ethercat sempre più ampie. Tali reti vengono assemblate con il supporto di ETG negli Ethercat Test Center mediante slave Ethercat certificati e consentono agli sviluppatori di dispositivi master di testare nelle proprie implementazioni la più vasta gamma possibile di funzionalità.

Versione 1.0

Accanto all'interoperabilità, un'altra proprietà di Ethercat è di particolare importanza: la specifica del protocollo, così come essa venne definita nel 2003, è dopo più di dieci anni sempre attuale. Ciò significa che tutti i dispositivi Ethercat si basano sulla versione 1.0 del protocollo e né gli sviluppatori di dispositivi, né i responsabili dei test, né gli utilizzatori devono preoccuparsi di dover gestire dispositivi basati su differenti versioni del protocollo. Inoltre, i numerosi Technical Working Group definiscono continuamente funzionalità aggiuntive: che queste rappresentino semplici estensioni, e non modifiche della specifica, viene garantito dal

epikco.com

Technical Advisory Board (TAB) di ETG. Per questo motivo, un dispositivo del 2004 non supporterà probabilmente tutte le funzionalità di un dispositivo sviluppato nel 2014, ma i due nodi potranno operare senza problemi all'interno della stessa rete.

L'importanza di interoperare

In ambito industriale vengono attualmente richieste soluzioni di comunicazione affidabili quanto semplici. L'architettura degli impianti diventa sempre più articolata, mentre i numerosi dispositivi di campo devono adempiere a compiti di crescente complessità. Una soluzione completa da parte di un singolo fornitore è quasi sempre impossibile, motivo per cui una delle proprietà di base del sistema di comunicazione deve essere quella di consentire senza problemi l'interazione a livello sia hardware sia software di dispositivi di diversi costruttori. La tecnologia Ethercat attribuisce particolare rilievo a questo presupposto della corretta interazione, poiché esso, accompagnato dalle numerose forme di supporto di Ethercat Technology Group, garantisce la piena e costante interoperabilità sul campo.

ETG - Ethercat Technology Group - www.ethercat.org