

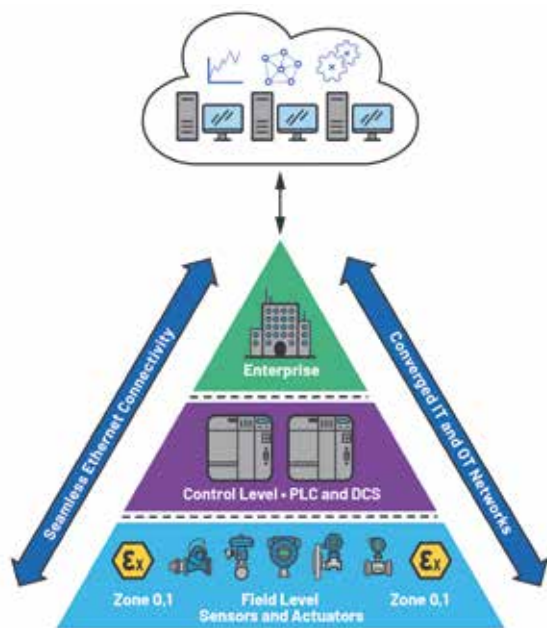
CONVERGENZA IT-OT CON 10BASE-T1L

IL NUOVO STANDARD 10BASE-T1L PERMETTE LA CONNESSIONE DIRETTA TRA RETI ETHERNET INDUSTRIALI E I DISPOSITIVI IN CAMPO, SENZA SOLUZIONE DI CONTINUITÀ, IN APPLICAZIONI DI PROCESSO

di Carlo Lodari

1 0Base-T1L è un nuovo standard per il livello fisico Ethernet (IEEE 802.3cg-2019), approvato da IEEE il 7 novembre 2019, che cambierà drasticamente l'industria dell'automazione di processo migliorando in modo significativo l'efficienza operativa degli impianti e connettendo via Ethernet i dispositivi a livello di campo (sensori e attuatori) senza soluzione di continuità.

Lo standard 10Base-T1L rimuove dunque gli ostacoli che finora hanno limitato l'utilizzo sul campo della tecnologia Ethernet nell'automazione di processo. Sfide che riguardavano l'alimentazione, la larghezza di banda, il cablaggio, la distanza, le isole di dati e le applicazioni intrinsecamente sicure per Zona 0 (aree pericolose). Risolvendo questi aspetti critici, sia per quanto riguarda i dispositivi già in campo sia per le nuove installazioni, 10Base-T1L permetterà di ricavare informazioni che in precedenza non erano disponibili, combinando le variabili di processo, i parametri secondari, il feedback sullo stato di salute degli impianti, comunicando il tutto al livello di controllo senza soluzione di continuità. Queste nuove informazioni offriranno nuove opportunità di analisi statistica dei dati, approfondimenti operativi e miglioramento della produttività, attraverso una rete Ethernet che collega direttamente il campo al cloud.



Abbiamo posto a Maurice O'Brien, strategic marketing manager, e Volker Goller, system applications engineer di Analog Device alcune domande per comprendere più a fondo questa tecnologia.

Fieldbus&Networks: *Ethernet sostituirà grazie allo standard 10Base-T1L le tradizionali comunicazioni 4-20 mA o fieldbus (Foundation Fieldbus o Profibus PA) nell'automazione di processo?*

Per poter fare questo occorre che un singolo doppino schermato sia in grado di trasmettere sia l'alimentazione sia i dati ai sensori e agli attuatori. Il collegamento realizzato con questo tipo di cavo offre vantaggi in termini di costo, dimensioni inferiori e un'installazione più semplice. La distanza tra i dispositivi in campo nelle applicazioni di processo con le attuali tecnologie Ethernet industriali era limitata a 100 m, mentre l'automazione di processo richiede distanze che arrivano a 1 km, combinate con la necessità di avere dispositivi di campo robusti, a bassissimo consumo e adatti ad applicazioni in Zona 0 (intrinsecamente sicure). La funzionalità principale dello standard 10Base-T1L è realizzare uno schema di comunicazione punto-punto full-duplex, bilanciato in DC, con modulazione PAM 3 con symbol rate di 7,5 MBd e codifica 4B3T. Esso supporta due modalità di ampiezza: 2,4 V di picco su cavi fino a 1.000 m e 1,0 V di picco a distanze ridotte. Grazie a quest'ultima modalità, la nuova tecnologia può essere impiegata anche nel settore dei sistemi a prova di esplosione (Ex-proof), in conformità alle rigide restrizioni sulla massima energia gestita. Consente inoltre la trasmissione sulla lunga distanza, con due soli fili, sia dell'alimentazione che dei dati, per mezzo di un doppino ritorto. Rientra inoltre nella famiglia dei mezzi di comunicazione Single-Pair-Ethernet (SPE).

F&N: *È possibile con lo standard 10Base-T1L alimentare i dispositivi di campo con potenze elevate?*

Si arriva a 500 mW per applicazioni in Zona 0 (intrinsecamente sicure), decisamente superiore ai 36 mW disponibili per i dispositivi 4-20 mA. In applicazioni non intrinsecamente sicure, in base al tipo di cavo utilizzato, è possibile fornire alimentazione fino a 60 W. La disponibilità di potenza è significativamente superiore fino agli estremi della rete. Dato che non esistono più i limiti di alimentazione legati alle tecnologie 4-20 mA e fieldbus, si aprono dunque le porte a nuovi dispositivi di campo con caratteristiche e funzioni migliori. Per esempio, grazie alla potenza aggiuntiva disponibile è possibile effettuare misure ad alte prestazioni e realizzare edge processing dei dati avanzato. Ciò metterà a disposizione informazioni preziose sulle variabili di processo, che d'ora in poi saranno rese accessibili tramite un web server integrato direttamente sui dispositivi a livello di campo (field asset). Alla fine, questo porterà miglioramenti e ottimizzazioni nei flussi di processo e nella gestione delle infrastrutture. Per sfruttare questo ricco set di dati è neces-

10Base-T1L offre connettività Ethernet ininterrotta per sensori e attuatori di campo nell'automazione di processo

sario però un link di comunicazione con banda più elevata, che sia in grado di trasmettere il set di dati dai dispositivi in campo, passando attraverso le installazioni di processo, fino all'infrastruttura di stabilimento o al cloud per il processamento. 10Base-T1L elimina la necessità di utilizzare gateway complessi ed energivori, facendo convergere la rete Ethernet attraverso IT e OT. Questa rete convergente offre un'installazione semplificata, una facile sostituzione dei dispositivi e fasi di avviamento e configurazione più veloci. Ciò porta ad aggiornamenti software più rapidi, semplificando l'analisi delle cause profonde e la manutenzione dei dispositivi a livello di field.

F&N: Quali sono i vantaggi di una soluzione basata su Ethernet?

Grazie alla convergenza della comunicazione in azienda, a livello sia di controllo sia di campo, anche per l'ambito del processo, sulla rete Ethernet non occorre più utilizzare costosi gateway che, oltre a essere complessi, presentano consumi elevati. Questo rende possibile anche la transizione dall'infrastruttura fieldbus che, essendo molto frammentata, ha creato isole di dati ad accesso limitato nell'ambito dei dispositivi di campo. Il costo e la complessità delle installazioni legate alle tecnologie precedenti risultano così notevolmente ridotti e si evitano le isole di dati.

Finora le applicazioni per automazione di processo hanno utilizzato standard di comunicazione che presentano diverse limitazioni, superate da Ethernet 10Base-T1L. Nell'automazione di processo c'è anche un problema di know-how. Tecnici e ingegneri, giunti all'età della pensione, lasciano il posto di lavoro portandosi via tutte le conoscenze relative allo sviluppo, alla diagnostica e alla manutenzione dei sistemi di comunicazione 4-20 mA con tecnologia Hart o fieldbus. I neolaureati non hanno familiarità con queste tecnologie più datate, mentre sono in grado di gestire velocemente soluzioni di rete basate sulla tecnologia Ethernet.

Confronto	4 - 20 mA con Hart	Fieldbus	10Base-T1L
Larghezza di banda dati	1,2 kbps	31,25 kbps	10 Mbps
Connettività Ethernet di livello più alto	gateway complessi	gateway complessi	nessun gateway, connettività ininterrotta
Potenza di alimentazione allo strumento	< 40 mW	potenza limitata	IS 500 mW; non-IS fino a 60 W (secondo il tipo di cavo)
Livello di conoscenza/esperienza	conoscenza ridotta	conoscenza ridotta	tecnologia Ethernet ben nota a tutti i neolaureati

Confronto fra connessione 4-20 mA con Hart, fieldbus e 10Base-T1L

Gli standard Ethernet garantiscono che con 10Base-T1L tutti i protocolli di livello più elevato lavorino come con 10Base-T, 100Base-TX, e 1000Base-T, eliminando la necessità di gateway complessi. Nello standard IEEE 802.3 sono descritti tutti i livelli fisici del modello a 7-layer ISO per Ethernet 10Base-T1L. Ciò significa che i dispositivi possono utilizzare Profinet, Ethernet/IP, Hart/IP, OPC UA o Modbus/TCP e supportare protocolli IoT come MQTT, offrendo un modo semplice ma potente per collegare un dispositivo di campo al cloud. Ethernet permette anche di eseguire, mediante controllo centralizzato e in modo semplice, aggiornamenti software che raggiungono direttamente i nodi periferici, per attivare più rapidamente la rete.

F&N: Come avviene la comunicazione con un dispositivo di tipo 10Base-T1L?

Per comunicare con un dispositivo di tipo 10Base-T1L è necessario disporre di un processore host con un MAC (Medium Access Control) integrato, un media converter passivo o uno switch Ethernet con porte 10Base-T1L. Non serve alcun

Layer	Type	OSI Model	TCP/IP Model	Authority
7	Data	Application Layer	Application Layer	RFCs, IETF, Industry Organizations, etc.
6	Data	Presentation Layer		
5	Data	Session Layer		
4	Segments	Transport Layer	TCP/UDP	
3	Packets	Network Layer	IP	
2	Frames	Data Link Layer	Ethernet Data Link	IEEE 802.1
1	Bits	Physical Layer	Ethernet 10BASE-T1L	IEEE 802.3

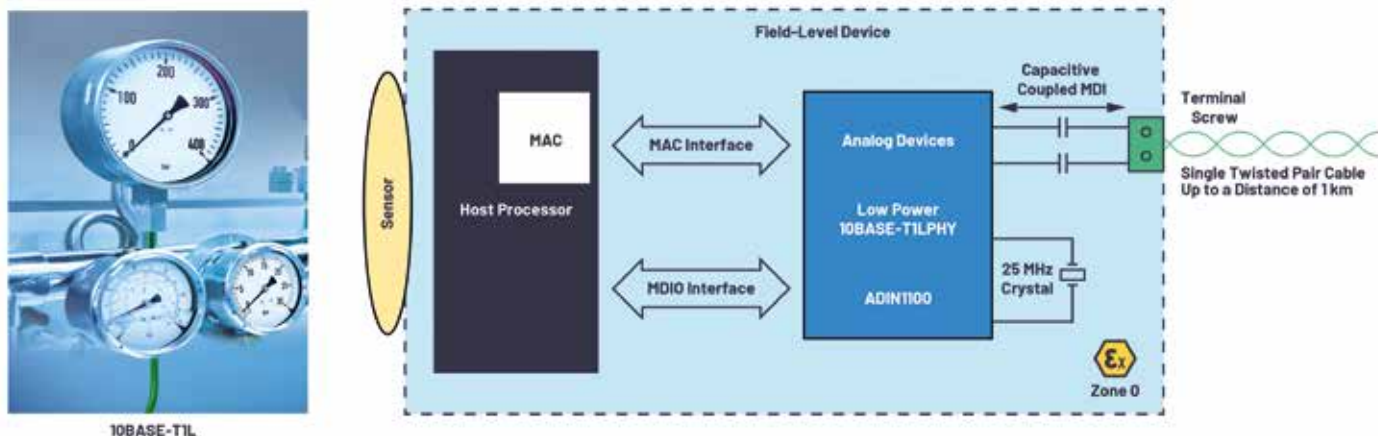
Lo standard 10Base-T1L nel modello 7-layer ISO

software aggiuntivo, né stack TCP/IP personalizzati o driver speciali. Ciò si traduce in evidenti vantaggi:

- nonostante per la connessione 10Base-T1L sia necessario un media converter, quest'ultimo converte solo la modalità di codifica a livello fisico, non il contenuto dei pacchetti Ethernet. Dal punto di vista del software e dei protocolli di comunicazione, è trasparente.
- Grazie alla connettività Ethernet è possibile configurare i sensori con un laptop o un telefono cellulare, indipendentemente dal fatto che il sensore si trovi sul tavolo dell'ufficio o in un impianto manifatturiero. Per configurare il convertitore, per esempio, oggi un trasmettitore di temperatura dispone di un'interfaccia supplementare, sotto forma di collegamento USB, per esempio. A seconda del produttore possono essere disponibili anche più di 100 opzioni di regolazione. Attraverso un collegamento 4-20 mA questi parametri risultano semplicemente inaccessibili. Il protocollo Hart consentirebbe l'accesso, ma spesso non viene utilizzato per ragioni di costo. Perciò, a seguito di un errore commesso durante il set up, a installazione avvenuta, il sensore 4-20 mA richiederebbe una riconfigurazione sul campo. Un sensore connesso con 10Base-T1L è invece accessibile attraverso la rete e può essere aggiornato da remoto da ogni luogo e in qualsiasi momento.
- I dispositivi 4 - 20 mA possono trasferire solamente un valore di processo. Ethernet fornisce accesso diretto a tutti i parametri del dispositivo, per gestione dell'asset, periodo di vita utile, manutenzione predittiva, configurazione e parametrizzazione.
- I sensori stanno diventando più complessi e l'eventualità di un aggiornamento software diventa più probabile. Un collegamento Ethernet veloce rende tutto ciò possibile in tempi ragionevoli, ovunque, in qualsiasi momento.
- Sono disponibili strumenti di diagnostica di rete Ethernet avanzati per semplificare l'analisi della causa profonda.

F&N: Come avviene il cablaggio nell'automazione di processo e come viene sviluppata la rete?

A differenza di quanto accade negli ambiti della costruzione di macchine e dell'automazione di fabbrica, nel campo del processo spesso sensori e attuatori (di flusso, livello, pressione, temperatura) non si trovano in prossimità dell'unità di controllo. Non è raro che tra sensori e I/O vi siano una distanza di 200 m e da quel punto si possa poi arrivare fino a 1.000 m tra gli switch di campo. L'automazione



Connettività di un dispositivo a livello di campo con un PHY 10Base-T1L

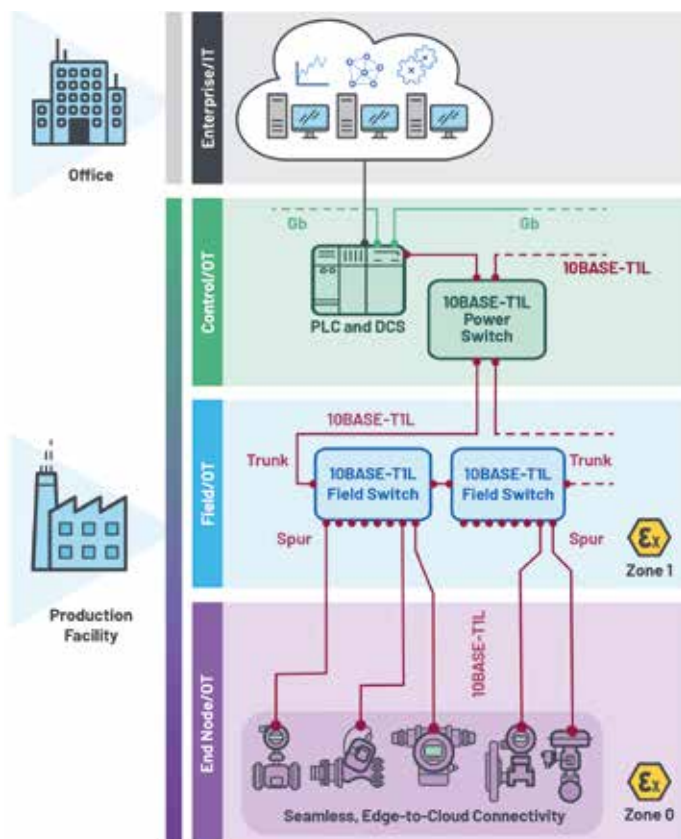
di processo utilizza un cavo fieldbus Tipo A, per esempio per i protocolli Profibus PA e Foundation Fieldbus. Lo standard 10Base-T1L non definisce un mezzo specifico di trasmissione (cavo), bensì descrive un modello di canale (con specifiche su perdita di ritorno e di inserimento) che si adatta bene ai cavi fieldbus Tipo A, pertanto alcuni cavi 4-20 mA, già installati, potrebbero essere riutilizzati anche con 10Base-T1L, creando notevoli opportunità per aggiornare in maniera trasparente le reti di automazione di processo preesistenti.

Su linee che arrivano a circa 200 m di lunghezza 10Base-T1L permette di ridurre a 1 V l'ampiezza della tensione, per cui può essere impiegato su sistemi in ambienti a prova di esplosione ed è conforme agli standard più restrittivi relativi al massimo livello di energia consentito in aree pericolose, con potenze fino a 500 mW.

Gli attuali dispositivi a 4-fili, che richiedono alimentazione esterna a causa della potenza limitata del collegamento 4-20 mA, grazie al significativo aumento della potenza consentito dal nuovo standard (500 mW contro circa 36 mW), possono essere sostituiti con quelli a 2-fili, aumentando la flessibilità di installazione per questi ultimi ed eliminando la necessità di alimentazione esterna.

I cavi 'trunk' (dorsali) possono arrivare fino a 1 km di lunghezza, con un'ampiezza di tensione del livello fisico PHY di 2,4 V di picco ed essere collocati in Zona 1, Divisione 2. I cavi 'spur' (rami periferici) possono arrivare fino a 200 m di lunghezza, con un'ampiezza del PHY di 1,0 V di picco ed essere collocati in Zona 0, Divisione 1. Uno switch di potenza viene installato a livello di controllo e funziona come switch Ethernet. Esso fornisce alimentazione al cavo attraverso le linee dati. Gli switch situati a livello di campo in area pericolosa ricevono l'alimentazione attraverso lo stesso cavo e funzionano come switch Ethernet. I dispositivi di campo sono collegati agli spur e connessi al trunk anche per l'alimentazione. Per far sì che a livello di campo sia connesso alla rete un elevato numero di dispositivi, vengono collegati più switch di campo a un singolo cavo trunk.

Per consentire la ridondanza della comunicazione, gli switch di campo possono essere connessi mediante una topologia ad anello. Poter disporre di fino a 10 Mbps di data rate agli estremi della rete rappresenta un vantaggio fondamentale per la maggior parte delle applicazioni, che prima erano limitate a data rate inferiori a 30 kbps. Utilizzando lo standard Ethernet per connettere i nodi periferici a livello di campo, IT e OT finiscono per convergere con successo su un'unica rete Ethernet senza soluzione di continuità, consentendo di indirizzare mediante IP qualsiasi dispositivo periferico da qualsiasi parte del globo.



Topologia di una rete con 10Base-T1L per l'industria di processo

F&N: Come si combinano Ethernet-APL e 10Base-T1L?

Ethernet-APL (Advanced Physical Layer) definisce i dettagli applicativi della comunicazione Ethernet verso sensori e attuatori per l'industria di processo, con specifiche che saranno pubblicate da IEC. Si basa sul nuovo standard che si riferisce al livello fisico Ethernet 10Base-T1L (IEEE 802.3cg-2019), approvato il 7 novembre 2019, che specifica l'implementazione e i metodi di protezione dalle esplosioni da utilizzare in ambienti pericolosi. Le aziende più note nel campo dell'automazione di processo stanno collaborando sia sotto l'egida di Profibus & Profinet International (PI), Odva e FieldComm Group per fare in modo che Ethernet-APL possa funzionare attraverso i protocolli Ethernet industriali e per accelerarne la diffusione.

F&N: A che punto è la transizione verso la futura connettività Ethernet diretta nell'automazione di processo?

Il collegamento 4-20 mA con Hart è utilizzato da anni con successo nell'automazione di processo e ha dimostrato di essere una soluzione robusta e affidabile, che non scomparirà da un giorno all'altro. Esiste un'ampia base di installazioni con

strumenti abilitati 4-20 mA con Hart e Analog Devices sta investendo in I/O configurabili via software per offrire maggiore flessibilità di installazione consentendo l'accesso a qualsiasi funzione I/O industriale su qualsiasi pin e la configurazione dei canali in qualsiasi momento, mediante applicazioni I/O da remoto. Ciò significa che la personalizzazione può avvenire all'atto dell'installazione, portando a un time-to-market più veloce, alla necessità di minori risorse per il progetto e a una disponibilità di prodotti universali, ampiamente sfruttabili su progetti e clienti diversi.

AD74413 e AD4110-1 costituiscono due esempi di circuiti I/O programmabili via software realizzati da Analog Devices.

Protocollo	Formati di pacchetto	Lunghezza del cavo	Bit Rate	Alimentazione sul cavo dati	Connettore	Impieghi a sicurezza intrinseca
Profibus PA	Uart/Profibus	1.200 m	31,25 kbps, bus, half duplex	Si	M12, Terminale a vite	Si
Modbus RTU e altri protocolli RS-485	UART/Modbus	1.200 m (circa fino a 185 kbps a 375 kb 300 m, a 500 kb, 200 m)	Tipicamente 19,2 kbps, bus, half duplex	No	DB9, M12	N/A
Link I/O	Link I/O	20 m	Max 230,4 kbps, half duplex	No	M12	No
4 -20 mA	Interfaccia analogica	>10 km	-/-	Si, 36 mW	A vite	Si
Hart	A modulazione digitale su linea 4 -20 mA	>1.500 m	1.200 bps, bus, half duplex	Si, 36 mW	A vite	Si
10Base-T1L	Ethernet IEEE 802.3	1.000 m (2,4 V) con fino a 10 giunte (box terminali) >200 m (1,0 V)	10 Mbit, full duplex	Si, fino a 60 W In Ex Zona 0 fino a 500 mW	Terminale a vite o connettore IDC, connettore Ethernet per coppia singola opzionale	Si

Confronto fra gli standard di comunicazione attuali e 10Base-T1L

Ethernet continua (senza gateway) fino al sensore, collegamento su un singolo cavo a coppia bifilare incrociata che fornisca l'alimentazione e trasmetta i dati.

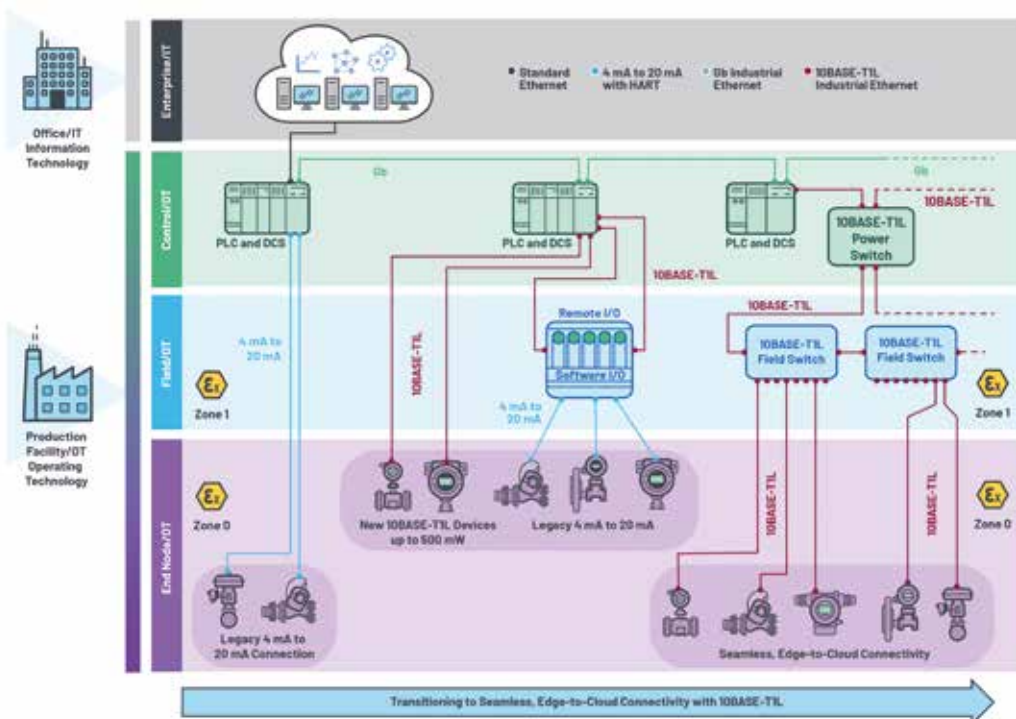
F&N: Quali applicazioni si possono realizzare con 10Base-T1L al di là di quelle dell'automazione di processo?

10Base-T1L sta guadagnando significativamente terreno nei settori della domotica, dell'automazione di fabbrica, dell'energia, del monitoraggio, dell'automazione di impianti idrici e per acque reflue e, per finire, degli impianti di elevazione. Tutte queste applicazioni richiedono larghezza di banda più ampia, connettività

F&N: 10Base-T1L abilita la convergenza IT/OT?

Aggiungendo i prodotti con livello fisico 10Base-T1L al suo portafoglio di soluzioni per Ethernet industriale Chronous, Analog Devices (ADI) aprirà il percorso di transizione verso installazioni per l'automazione di processo 'field-to-cloud', incluse quelle destinate ad aree pericolose nei settori alimentare, farmaceutico e oil&gas. I nuovi transceiver con livello fisico 10Base-T1L costituiranno l'interfaccia necessaria per rendere disponibili gli innumerevoli vantaggi di un impianto connesso via Ethernet. Con 10Base-T1L i pacchetti dati Ethernet possono viaggiare senza bisogno di gateway dal livello di campo a quello di controllo, ed eventualmente fino al cloud, raggiungendo il traguardo di realizzare una rete unificata industriale 4.0 IT/OT.

Disponendo di una quantità di energia significativamente superiore è inoltre possibile abilitare nuovi dispositivi di campo, dotati di caratteristiche e funzioni più avanzate. La possibilità di indirizzare mediante IP, in modo trasparente, ciascun dispositivo a livello di campo semplificherà drasticamente installazione, configurazione e manutenzione degli strumenti connessi con lo standard 10Base-T1L. Quest'ultimo aprirà dunque la strada all'impiego di nuovi dispositivi di campo e alla disponibilità di ricchi set di dati per il cloud computing e l'elaborazione di statistiche avanzate. Attraverso l'accesso a informazioni fruibili ricavate dai processi stessi, gli impianti aumenteranno la propria efficienza operativa accelerando, in futuro, l'implementazione di strutture di produzione più complesse nell'ambito dell'automazione di processo.



Un cablaggio preesistente, di tipo discreto, si trasforma gradualmente in una rete smart Ethernet popolata di tutti i sensori e gli attuatori

Analog Devices - www.analog.com