

# Misura e controllo industriale in versione embedded

VALERIO ALESSANDRONI

Compact FieldPoint di National Instruments assicura la produttività e le capacità di analisi avanzata di LabVIEW anche all'interno di sistemi embedded

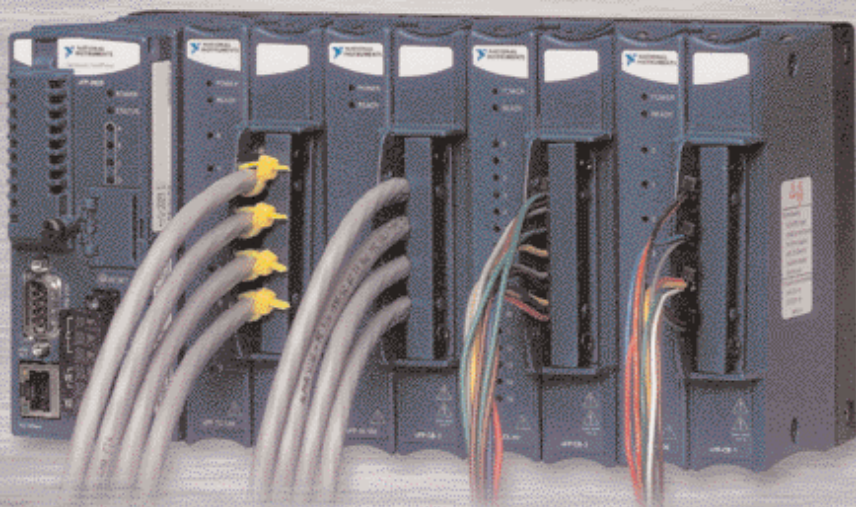
**C**on i prodotti di I/O Compact FieldPoint, una versione più compatta e robusta di FieldPoint, National Instruments offre una soluzione specifica per la realizzazione di un controllo embedded o di misura in spazi

ristretti. Grazie ai moduli di controllo FieldPoint FP-20xx, gli sviluppatori di LabVIEW hanno potuto creare applicazioni e scaricarle su piccoli controllori FieldPoint. Ora, con Compact FieldPoint, LabVIEW si è più che mai orientato alla realizzazione di applicazioni embedded.

## LabVIEW 'compattato'

I controllori Compact FieldPoint utilizzano NI LabVIEW Real-Time Module, con il quale si possono impiegare le funzioni standard di LabVIEW per l'analisi, il salvataggio dei dati e le comunicazioni via rete. Sviluppo e debugging del sistema possono essere eseguiti in Windows, per poi scaricare ed eseguire il programma sul processore dedicato del controllore Compact FieldPoint. Nonostante le dimensioni di Compact FieldPoint siano ridotte della metà rispetto a quelle della versione tradizionale

**Compact FieldPoint, una versione più compatta e robusta di FieldPoint, è una soluzione specifica per realizzare un controllo embedded o di misura in spazi ristretti**



di FieldPoint, la nuova piattaforma offre le stesse funzionalità e la stessa scelta di I/O. Il nuovo sistema presenta infatti un robusto backplane con terminazioni di massa e comprende 20 moduli di I/O analogici e digitali e tre controllori intelligenti che permettono di eseguire controlli analogici e discreti, generazione di segnali, datalogging definito dall'utente, avanzate elaborazioni matematiche, interpolazione di curve e operazioni statistiche, nonché cicli PID, logica fuzzy e routine di controllo ottimizzato, per la realizzazione di una completa piattaforma di misura e automazione. Ciascuno dei controllori Compact FieldPoint - denominati cFP-2000, cFP-2010 e cFP-2020 - è provvisto di una memoria Flash interna non volatile per memorizzare applicazioni embedded e di datalogging. I moduli contengono anche la memoria Dram per l'esecuzione delle applicazioni LabVIEW embedded. I controllori cFP-2010 e cFP-2020, disponendo di una Dram più ampia, possono eseguire applicativi più complessi. Compact FieldPoint offre una velocità di esecuzione massima di 200 cicli di controllo al secondo. Distribuendo LabVIEW in prossimità delle sorgenti di segnale, si può eliminare di fatto il PC, aumentando l'affidabilità del sistema e riducendo la complessità del cablaggio e il rischio di assorbimento di rumore lungo cavi molto estesi.

### Sistema operativo real-time

Tutti i controllori di Compact FieldPoint utilizzano un sistema operativo real-time (Rtos) non-Windows a basso costo, basato su processore Intel x86. La tabella 1 illustra le differenze fra i controllori. Il sistema Rtos che gira su ciascun modulo offre due vantaggi rispetto a un sistema operativo convenzionale. In primo luogo, non presentando la complessità di un sistema operativo standard, esso richiede minori risorse.

Infatti, il sistema operativo e il motore runtime LabVIEW Real-Time 6.1 utilizzano 8 MB di Dram e 6 MB di Flash. Poiché il codice LabVIEW viene eseguito in modo rapido ed efficiente su un'architettura con processore x86 di bassa potenza, l'unità cFP-20xx assorbe solo 4,5 W. Inoltre, poiché il sistema operativo è semplificato, esso non risente dell'instabilità intrinseca dei sistemi complessi. cFP-20xx può quindi essere usato con la massima tranquillità per



Oltre alla capacità di distribuire la misura e il controllo, Compact FieldPoint è anche una delle piattaforme di acquisizione dati più semplici da utilizzare

Controllore real-time Compact FieldPoint LabVIEW	DRAM	Flash a bordo non volatile	Porte RS-232	Porte RS-485	CompactFlash estraibile
cFP-2000	16 MB	16 MB	1	0	-
cFP-2010	32 MB	32 MB	2	0	-
cFP-2020	32 MB	32 MB	3	1	Fino a 512 MB

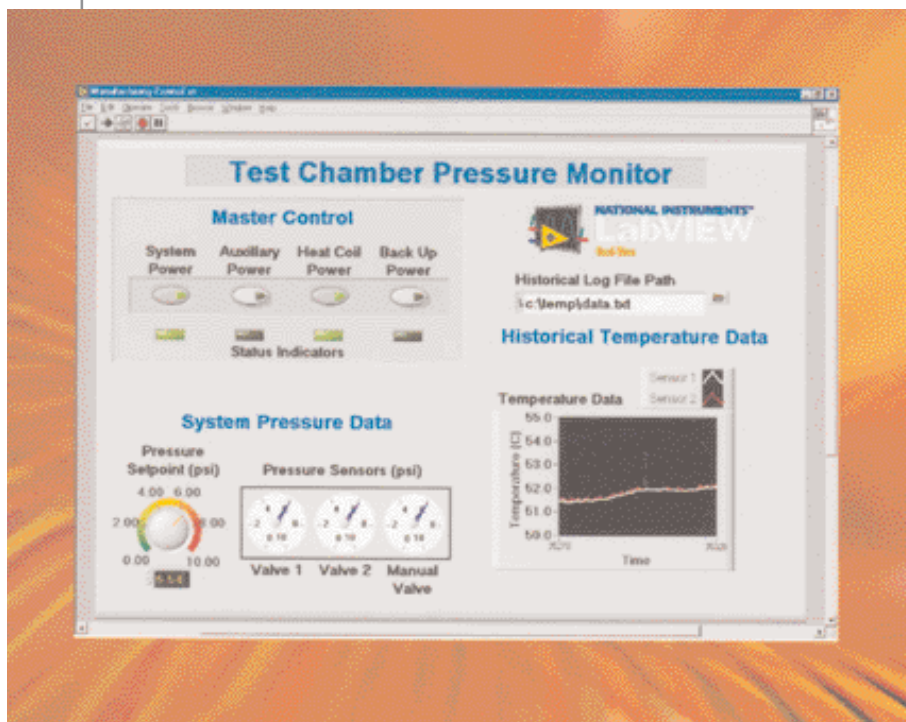
Tab. 1 - Caratteristiche dei tre controllori Compact FieldPoint.

applicazioni di controllo nelle quali un PC risulterebbe eccessivamente inaffidabile. Il secondo vantaggio di Rtos è la sua capacità di assegnare delle priorità a ciascun ciclo di controllo. Una parte di controllo di un applicativo può essere eseguita con una priorità superiore, mentre un'applica-

## Acquisizione dati semplificata

Compact FieldPoint integra funzionalità Ethernet che consentono di distribuire facilmente l'intelligenza e il controllo all'interno della macchina o sull'impianto. Oltre alla capacità di distribuire la misura e il controllo, Compact

FieldPoint è anche una delle piattaforme di acquisizione dati più semplici da utilizzare, con un tempo di start-up molto breve. Sia la configurazione hardware sia la API software sono semplici e facili da usare, mentre l'hardware integra funzionalità incorporate di condizionamento dei segnali per una rapida connessione ai sensori. Ad esempio, il modulo cFP-TC-120 è in grado di filtrare un segnale di termocoppia e misurarlo con un convertitore A/D delta-sigma con risoluzione a 16 b. Il modulo legge il valore di compensazione del giunto freddo dal blocco del connettore, esegue i calcoli di linearizzazione della termocoppia e restituisce un valore di temperatura in unità di misura. Il nuovo sistema viene configurato tramite i menu a tendina di NI FieldPoint Explorer. Con esso è possibile configurare via software l'intero sistema, compresi parametri di rete, impostazioni di moduli e I/O, e assegnare nomi significativi ai canali da utilizzare. Quando si configura un sistema FieldPoint Ethernet, NI FieldPoint Explorer guida l'utente attraverso l'assegnazione dei parametri di



I controllori Compact FieldPoint utilizzano NI LabVIEW Real-Time Module

zione meno importante di comunicazione o registro può avere una priorità inferiore. In questo modo, più cicli PID sono eseguiti in tempo reale per garantire la stabilità del processo, mentre un'interfaccia HMI può essere mandata in esecuzione con una priorità inferiore. Rtos garantisce che i calcoli PID possano disporre delle risorse quando necessario, mentre l'HMI utilizza i cicli liberi.

rete, come l'indirizzo IP, e analizza la sottorete locale alla ricerca dei nodi Ethernet di FieldPoint. Attraverso finestre di dialogo intuitive, si configurano facilmente i parametri I/O, i range in ingresso, gli stati di uscita all'accensione e quelli di watchdog. Inoltre, i moduli I/O e i canali possono essere testati in modo interattivo (con la finestra di test), visualizzando i valori dei dati in ingresso e impostando i

## Compatibilità totale

FieldPoint e Compact FieldPoint sono identici dal punto di vista software. L'unica differenza è che Compact FieldPoint richiede l'ultima versione di NI FieldPoint Explorer (versione 3.0.2 o successiva). Inoltre, le interfacce di controllo e i moduli I/O di Compact FieldPoint sono contraddistinti dal prefisso 'cFP', mentre i moduli FieldPoint tradizionali hanno la sigla 'FP' (ad esempio il controllore 'cFP-2000'). Tutti gli utenti dovrebbero passare a FieldPoint Explorer versione 3.0.2 o successiva per sfruttare appieno i notevoli miglioramenti di velocità degli applicativi embedded in tempo reale. Con il nuovo FieldPoint Explorer, le funzioni di lettura/scrittura di LabVIEW sono più veloci, utilizzano la memoria in modo più efficiente e occupano meno spazio su disco. Inoltre, la versione 3.0.2 offre un nuovo metodo di denominazione dei canali basato sul tipo di canale.

valori di uscita. Infine, le API di LabVIEW sono una semplice architettura di lettura/scrittura a punto singolo. Grazie a LabVIEW, per la lettura e la scrittura di canali di FieldPoint è sufficiente aprire una sessione per l'I/O di Compact FieldPoint, utilizzare il nome configurato in NI FieldPoint Explorer e collegare il numero di riferimento della sessione a un VI (Virtual Instrument) FP-Read o FP-Write (a seconda che si voglia leggere o scrivere). Il VI restituirà il valore letto dal modulo. Non è necessario impostare dimensioni di buffer o velocità di acquisizione: semplicemente, si leggono e si scrivono punti singoli. Con questa architettura è facile costruire applicazioni distribuite. Ad esempio, si possono impostare stazioni di datalogging per registrare segnali quali temperatura, pressione e flusso; rilevare le condizioni delle valvole; registrare i dati localmente oppure trasmetterli via Ethernet. Tutte queste operazioni possono essere eseguite facilmente con gli strumenti virtuali integrati in LabVIEW.

## Controllo embedded real-time

La progettazione meccanica, l'architettura software e le funzionalità di controllo di LabVIEW contribuiscono a rendere Compact FieldPoint una piattaforma ideale per il controllo embedded real-time. Dal punto di vista meccanico, Compact FieldPoint è stato progettato per avere dimensioni, funzionalità e specifiche adatte alle applicazioni di controllo embedded. In molte applicazioni di controllo embedded, il sistema di controllo viene incorporato in una macchina che può essere soggetta a forti urti e vibrazioni. Per resistere alle vibrazioni, Compact FieldPoint è stato progettato con un robusto backplane metallico con viti in acciaio per bloccare il controllore e i moduli I/O. Per questo motivo Compact FieldPoint ha una resistenza dichiarata di 50 g agli urti e di 5 g alle vibrazioni continue. Inoltre, per le applicazioni nelle quali Compact FieldPoint deve eseguire il controllo embedded in una macchina, la linea di prodotti è stata sviluppata per utilizzare connettori D-Sub standard a 37 pin. Con questi connettori economici e ampiamente diffusi, l'utente può realizzare cavi personalizzati per le installazioni, riducendo i costi ed eliminando gli errori di cablaggio. Dal punto di vista dell'architettura software, la teoria del controllo standard si fonda sulle decisioni 'punto a punto'. Sfruttando l'elaborazione 'punto a punto' del modulo LabVIEW Real-Time, con Compact FieldPoint l'utente può facilmente eseguire un'elaborazione e un controllo avanzato del segnale, mantenendo al tempo stesso un modello di acquisizione dati a punto singolo di facile comprensione. In questa applicazione, il programma legge un punto alla volta e passa ogni punto attraverso funzioni speciali studiate per l'esecuzione di funzioni continue, ad esempio calcoli di medie, massimo/minimo,

deviazioni standard e frequenze. Questi programmi permettono di impostare facilmente cicli di controllo real-time senza aggiungere le complicazioni derivanti dalla raccolta di dati da buffer. Consideriamo, infine, le funzionalità di controllo di LabVIEW. Se l'applicazione richiede funzionalità potenti e rapidità di sviluppo, ciò che serve è un software flessibile in grado di integrarsi perfettamente con l'hardware. LabVIEW è un ambiente di sviluppo grafico standard industriale che fornisce tutti gli strumenti necessari per creare applicazioni di misura e controllo avanzate e complete. LabVIEW agevola la realizzazione di applicazioni semplici o complesse grazie a un'ampia gamma di funzioni e strumenti - da semplici cicli di controllo di processo PID analogico a sistemi di controllo ibridi con un elevato numero di canali che integrano componenti sia analogici sia discreti. Il PID Control Toolset di LabVIEW è provvisto di blocchi a tendina per PID di base e avanzato,

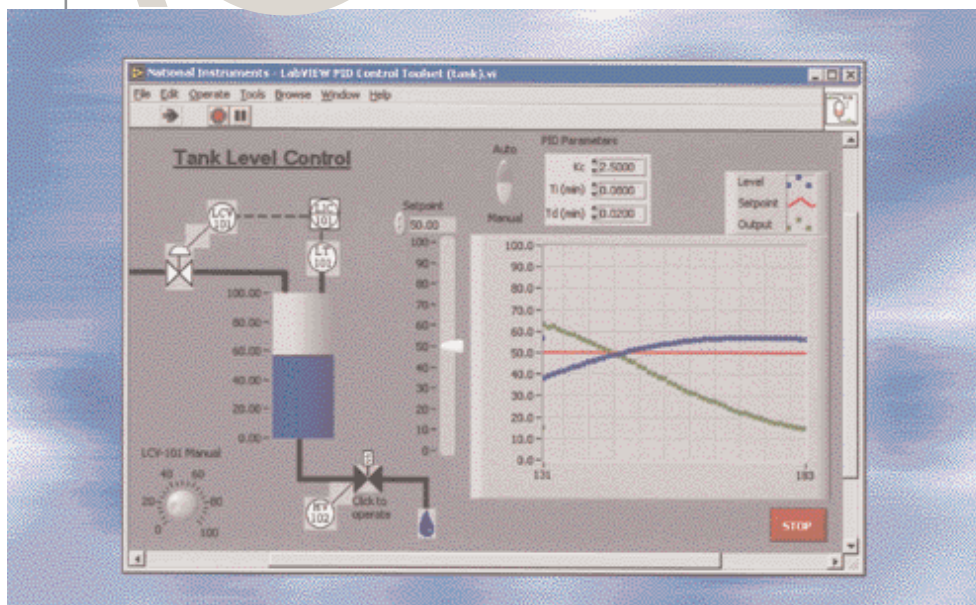
## Esecuzione di misure e controllo di attuatori

Compact FieldPoint è molto semplice da usare e consente di avviare rapidamente le procedure di controllo e misura in ambiente industriale. Per iniziare è richiesta una semplice procedura in due fasi: primo, configurare l'I/O con NI FieldPoint Explorer; secondo, leggere o scrivere l'I/O. Durante la configurazione l'utente può selezionare le unità di misura, ad esempio da -270 a 1770 °C per un canale di ingresso di una termocoppia. Si può quindi leggere o scrivere la misura convertita in NI FieldPoint Explorer o collegare qualsiasi controllo o indicatore di LabVIEW a un canale di I/O semplicemente utilizzando il pulsante destro del mouse, selezionando Data Operations>DataSocket Connection, e infine assegnando il segnale di I/O. Per ottenere prestazioni migliori e per gli applicativi embedded, si possono utilizzare le funzioni FP Read e FP Write di LabVIEW, che si trovano nella palette di FieldPoint.

avanzamento e controllo fuzzy; è inoltre utilizzato per test, creazione di modelli e simulazioni lineari e non lineari. Nello sviluppo di un sistema di controllo, si può sfruttare efficacemente LabVIEW per implementare il controllo di base o incorporare tecniche di controllo avanzate quali disaccoppiamento dei disturbi, programmazione del gain e controllo a logica fuzzy. Per gli utenti meno esperti, strumenti potenti come Autotuning PID semplificano l'approccio iniziale.

## Altre funzioni

Compact FieldPoint mette a disposizione altre importanti funzioni che semplificano e rendono più efficace la progett-



**Il PID Control Toolset di LabVIEW è provvisto di blocchi a tendina per PID di base e avanzato, avanzamento e controllo fuzzy**

tazione di architetture di controllo. Per esempio, tutti i controllori Compact FieldPoint sono provvisti di memoria Flash incorporata per il datalogging. Il modello cFP-2020, oltre alla Flash a bordo, offre anche uno slot per CompactFlash estraibile, che permette di memorizzare fino a 512 MB di dati. I dati possono essere registrati in qualsiasi formato DOS-compatibile fra cui CSV e XML. Una volta stoccati, i dati possono essere facilmente trasferiti a un PC utilizzando il server FTP embedded sui controllori Compact FieldPoint. Oltre al tipico datalogger, che semplicemente registra i dati su un disco su scheda, con NI LabVIEW Real-Time Module è possibile creare un datalogger intelligente embedded su cFP-20xx, in grado di eseguire calcoli aggiuntivi per ridurre i dati non necessari. Nei

caratteristiche più interessanti di Compact FieldPoint è la capacità di incorporare il pannello frontale di LabVIEW e condividerlo via rete. Così, senza alcuna programmazione, è possibile creare un pannello utente grafico interattivo abilitato per il Web. I controllori Compact FieldPoint Real-Time comprendono un browser Web embedded che gestisce fino a 20 connessioni simultanee al pannello remoto. I pannelli remoti permettono di usare un Web browser per collegarsi all'interfaccia utente del pannello frontale dell'applicativo LabVIEW. Il pannello frontale di LabVIEW può essere visualizzato contemporaneamente da diversi Web browser (client), mentre un solo browser per volta può sia visualizzare sia controllare l'applicazione. L'utente può pubblicare non solo connessioni al pannello remoto interattivo, ma anche pagine Html stand-ard dal Web Server integrato su cFP-20xx. In tal modo è possibile condividere dati registrati, creare e condividere report Web e pubblicare pagine Web generiche. Per la condivisione dei dati, i sistemi Compact FieldPoint possono essere forniti già configurati con un server FTP integrato, così da permettere la condivisione dei dati registrati e l'aggiornamento del codice di controllo e dei file Html da postazioni remote.

## Scada e computer di supervisione

Compact FieldPoint può essere interfacciato con un computer host di supervisione o un pacchetto software Scada. Infatti, Compact FieldPoint pubblica automaticamente i dati di I/O su un server OPC installato sul computer host utilizzato per configurare il banco di I/O. Il server viene fornito gratuitamente con Compact FieldPoint ed è integrato nel software FieldPoint Explorer. La maggior parte dei pacchetti software Scada per Windows supportano OPC e la maggior parte dei fornitori di hardware I/O industriale offrono server OPC per il proprio hardware. Ciò semplifica l'integrazione di Compact FieldPoint con una vasta gamma di hardware I/O industriale, ad esempio PLC e altri dispositivi industriali. Si può utilizzare un pacchetto Scada di terze parti o il modulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module. Quest'ultimo fornisce strumenti integrati per la gestione dei dati, datalogging automatico, registrazione di allarmi ed eventi, trend storici e real-time, connettività di rete e sicurezza. Questi strumenti consentono di sviluppare rapidamente applicazioni di monitoraggio distribuite.

## Controllo di dispositivi esterni

In molti processi è necessario controllare e comunicare con dispositivi esterni al controllore di processo principale. Può trattarsi di dispositivi seriali RS-232 o RS-485 standard oppure di dispositivi Ethernet.

Tutti i controllori Compact FieldPoint sono provvisti di una o più porte RS-232 e di una porta Ethernet 10/100BaseTX. Per le applicazioni di controllo e datalogging più complesse, che implicano il controllo di dispositivi quali lettori di codici a barre, unità GPS, valvole di comando e tastierini/display LCD, il controllore cFP-2020 offre tre porte RS-232 e una porta seriale RS-485 isolata. Tutte queste porte sono programmabili in lettura e scrittura in codice LabVIEW per un controllo ottimale dei dispositivi seriali esterni. Esiste una ricca libreria dei driver seriali disponibili (per esempio Modbus) che semplifica il collegamento a dispositivi industriali di terze parti. Se il driver di un dispositivo non esiste, le funzioni sintattiche di LabVIEW permettono di sviluppare, in modo rapido e intuitivo, driver di comunicazione personalizzati per dispositivi seriali o Ethernet.

LabVIEW e Compact FieldPoint si prestano inoltre perfettamente per integrare, in sistemi PLC pre-esistenti, misure analogiche, funzionalità di controllo avanzato, datalogging e connettività di dispositivi esterni. Progettati specificamente per la gestione di I/O analogici, Compact FieldPoint e LabVIEW possono gestire grandi quantità di dati, creare report automaticamente e visualizzare dati e informazioni per l'operatore: tutti compiti che non possono essere eseguiti facilmente da un PLC convenzionale.

Esistono due modi diversi di integrare Compact FieldPoint in un sistema PLC. Il primo, per realizzare un 'vero sistema embedded', è utilizzare driver di protocolli seriali o Ethernet embedded in Compact FieldPoint per la comunicazione con i PLC. Il secondo metodo prevede il ricorso alla connettività OPC attraverso il modulo NI LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module che è in esecuzione su un computer in rete. Con i driver che National

Instruments mette a disposizione, è possibile collegarsi a oltre 100 diversi tipi di PLC, fra cui modelli di Allen Bradley, Siemens, GE e Omron. Gli I/O di questi PLC vengono pubblicati automaticamente con OPC e possono essere facilmente letti e scritti da Compact FieldPoint. Con questo setup è facile aggiungere funzioni di misura e controllo analogico a un sistema basato su PLC.

### LabVIEW 'estremo'

In presenza di ampie escursioni di temperatura (da -25 a 60 °C), Compact FieldPoint può eseguire LabVIEW in applicazioni che provocherebbero la rottura di molti PC industriali. In virtù di queste caratteristiche, attualmente si stanno realizzando studi di fattibilità in cui Compact FieldPoint è impiegato in applicazioni di monitoraggio della corrosione e registrazione di dati storici lungo l'oleodotto dell'Alaska. Per applicazioni che richiedono un'alta resistenza alle vibrazioni, i moduli Compact FieldPoint utilizzano un sicuro attacco a vite fra moduli I/O, modulo controllore e backplane, oltre a connettori di cablaggio a vite per i connettori D-Sub a 37 pin del backplane. Questi meccanismi a bloccaggio positivo eliminano gli errori di connessione dovuti a vibrazioni e urti meccanici. I moduli hanno una resistenza dichiarata di 50 g agli urti (secondo IEC 68-2-27) e di 5 g alle vibrazioni a 10-500 Hz (secondo IEC 60068-2-34). La piattaforma Compact FieldPoint è progettata per applicazioni con forti vibrazioni quali monitoraggio e datalogging a bordo di veicoli.

Compact FieldPoint è anche progettato per operare in aree caratterizzate da disturbi elettromagnetici. Ogni backplane metallico è provvisto di viti di messa a terra per le scariche elettrostatiche. I sistemi sono inoltre studiati e garantiti per la compatibilità CE senza alloggiamento metallico schermato: ciò significa che le unità possono essere installate in locali elettrici senza il costo e le complicazioni di un armadio completamente schermato e messo a terra. Infine, i moduli Compact FieldPoint sono sostituibili a caldo (hot-swap) per la massima rapidità di manutenzione e installazione, con possibilità di programmazione degli stati di accensione e watchdog per un funzionamento predittivo.

### LabVIEW 'ovunque'

FieldPoint ha risolto un'ampia gamma di applicazioni, dal monitoraggio dei manoscritti di Leonardo da Vinci alle macchine per l'automazione dell'inscatolamento di funghi e conserve, dal controllo dei pozzi petroliferi al collaudo mobile dei motori di autocarri. Su questa piattaforma, Compact FieldPoint unisce funzionalità per il condizionamento dei segnali, l'acquisizione dati e il codice embedded di LabVIEW in un modulo compatto e robusto, semplificando la realizzazione di piccoli sistemi distribuiti di controllo e misura. ■

## Estrema robustezza

Compact FieldPoint è dotato di un solido backplane metallico che garantisce robustezza e stabilità meccanica. Sono disponibili backplane a quattro o otto posizioni con fissaggio a vite in acciaio, che permettono al sistema di sostenere applicazioni con forti vibrazioni, anche nel caso in cui venga montato su macchinari pesanti o all'interno di veicoli. Questo formato industriale misura 5x10x5", e può sopportare urti di 50 g e vibrazioni di 5 g efficaci. Inoltre, Compact FieldPoint funziona a temperature comprese fra -25 e 60 °C, permettendo di eseguire applicazioni LabVIEW embedded in condizioni ambientali critiche, che provocherebbero il guasto di molti PC industriali.