Factory Acceptance Test di quadri UTA: da ore a minuti grazie all’automazione digitale

Category: Settori
scritto da admin | Novembre 24, 2025



Il Factory Acceptance Test (FAT) di un quadro di controllo per UTA (Unità di Trattamento Aria) è il momento in cui il costruttore dimostra, dati alla mano, che il sistema funziona esattamente come richiesto dalle specifiche contrattuali, prima della spedizione al cliente. Il valore dell’automazione in questo processo non sta nell’aumentare artificialmente il numero di controlli, ma nel ridurre drasticamente i tempi di esecuzione: da ore a minuti. Questo è possibile grazie a connettori di probe multipolari, cavi probe dedicati precablati nel sistema, porte doppiate con gateway multiporta accessibili via Ethernet e un digital twin capace di emulare PLC e inverter in parallelo al test reale.

Il FAT tradizionale: un processo corretto ma lento

Il Factory Acceptance Test, definito dalla norma **IEC 62381:2024** come il processo di verifica che un sistema di automazione soddisfi i requisiti della specifica applicabile prima della spedizione, è da sempre una fase necessaria e non eliminabile. Il problema non è la procedura in sé, ma il tempo che richiede con un approccio manuale tradizionale.

Con strumenti manuali – multimetro, display inverter, software PC separati, checklist su carta – ogni controllo richiede una sequenza di operazioni ripetuta ogni volta: collegare la sonda, selezionare la funzione sullo strumento, leggere il valore, confrontarlo con la specifica, trascriverlo a mano. Su un quadro UTA con decine di segnali da verificare, il tempo si accumula rapidamente. Il collaudo completo di un quadro può richiedere un’intera giornata lavorativa, con operatori che passano ore a spostare sonde, commutare strumenti e compilare fogli.

Dove va il tempo in un FAT manuale

Attività	Modalità manuale	Impatto sul tempo totale
Connessione sonde ai segnali	Sonde manuali, una per volta, su ogni punto di misura	Alta: ogni controllo richiede riconnessione
Configurazione strumenti	Impostazione manuale range, unità, funzione su ogni strumento	Media: operazione ripetuta ad ogni cambio segnale
Lettura e trascrizione	Lettura display, scrittura su carta o foglio Excel	Alta: fonte principale di errori di documentazione
Confronto con specifiche	Verifica manuale contro valori di soglia su documento separato	Media: rischio di errore di interpretazione
Diagnosi in caso di FAIL	Ricerca causa su manuali, datasheet, internet	Alta: 30+ minuti per ogni anomalia non immediata

---

Come l’automazione riduce i tempi: da ore a minuti

Il salto da ore a minuti nel FAT automatizzato non dipende da un singolo strumento, ma dall’integrazione di più tecnologie che agiscono in modo sinergico su ogni fase del processo. Le componenti chiave sono quattro: connettori di probe multipolari con cavi precablati, gateway multiporta via Ethernet per la comunicazione con i dispositivi, SPOT come test sequencer no-code per l’orchestrazione dei controlli, e il digital twin per la verifica in parallelo.

Connettori di probe multipolari e cavi probe precablati

Il primo collo di bottiglia del FAT manuale è fisico: spostare le sonde da un punto di misura all’altro. Con un sistema di connettori di probe multipolari e cavi probe dedicati precablati nel sistema di test, tutti i punti di misura del quadro vengono collegati una volta sola all’inizio del FAT. Da quel momento, nessun operatore deve più spostare una sonda: il sistema commuta elettronicamente tra i canali, acquisendo i segnali in sequenza o in parallelo secondo la procedura SPOT. Il tempo di connessione, che nel FAT manuale si accumula su ogni singolo controllo, diventa un’operazione una tantum all’inizio della sessione.

Porte doppiate e gateway multiporta via Ethernet

La comunicazione con PLC e inverter nel FAT tradizionale richiede di collegare fisicamente un PC o uno strumento alla porta di programmazione o diagnostica del dispositivo, cambiando connessione ad ogni accesso. Con porte doppiate e un gateway multiporta accessibile via Ethernet, ogni dispositivo del quadro — PLC, inverter, moduli I/O — è raggiungibile simultaneamente dalla stazione di test senza intervento fisico. SPOT può così inviare comandi

Modbus, leggere registri di stato, scrivere parametri e verificare risposte su tutti i dispositivi in rete senza che l'operatore tocchi nulla.

SPOT: test sequencer no-code con PlugIn Action

SPOT (Sequence Plugin Optimized Test), sviluppato da ByteQX, è un software di test sequencer con architettura modulare a PlugIn Action. La separazione tra la **sequenza di test** – configurabile no-code dall'operatore – e le **PlugIn Action** – sviluppate in LabVIEW una volta sola e riutilizzabili su qualsiasi sequenza – permette di orchestrare l'intera procedura FAT in modo automatico, riproducibile e tracciabile. Ogni PlugIn Action incapsula una singola operazione: leggere un segnale via cDAQ, scrivere un registro Modbus, verificare lo stato di un I/O digitale. SPOT esegue la sequenza completa senza intervento manuale, acquisisce i dati automaticamente e registra ogni risultato nel database.

Funzionalità SPOT	Descrizione	Beneficio nel FAT
Sequenze no-code	Configurazione della procedura FAT senza scrivere codice	Operatore non esperto di LabVIEW può gestire il FAT
PlugIn Action modulari	Azioni riutilizzabili e versionate per ogni tipo di misura o comunicazione	Standardizzazione tra quadri diversi, tracciabilità delle versioni
Integrazione NI cDAQ	Configurazione diretta dei task di acquisizione dall'editor SPOT	Acquisizione automatica, zero trascrizione manuale
Versioning e immutabilità	Ogni azione compilata genera una versione unica tracciabile	Conformità ISO 9001 e IEC 62381:2024
SPOT Action Ready	Servizio ByteQX per sviluppo PlugIn Action su richiesta	Adattamento rapido a ogni tipo di quadro o protocollo

NI cDAQ: acquisizione dati modulare integrata con SPOT

Il sistema **NI CompactDAQ (cDAQ)** è la piattaforma hardware di acquisizione dati di National Instruments per applicazioni di test e misura industriale. Il chassis **cDAQ-9178** ospita fino a 8 moduli C Series I/O intercambiabili, con connettività USB 2.0 Hi-Speed, alimentazione 9–30 V, temperatura operativa da -20 °C a +55 °C (IEC-60068-2-1/2-2) e protezione IP30. I moduli C Series coprono segnali analogici, digitali, RTD e protocolli seriali, adattandosi alla varietà di segnali presenti in un quadro UTA.

Modulo NI	Caratteristiche	Applicazione FAT UTA
cDAQ-9178 chassis	8 slot, 4 contatori/timer 32-bit, trigger BNC integrati	Chassis principale del sistema di acquisizione
NI-9215	4 canali analogici ±10 V, 16-bit, 100 kS/s	Segnali analogici PLC (0–10 V)
NI-9217	4 canali RTD, 24-bit, isolamento galvanico	Sensori temperatura UTA (PT100, PT1000)

Modulo NI	Caratteristiche	Applicazione FAT UTA
NI-9239	4 canali analogici ±10 V, 24-bit, 50 kS/s	Feedback inverter, segnali 4–20 mA
NI-9401	8 canali digitali I/O bidirezionali, 5 V/TTL	I/O digitali PLC 24 VDC, emergency stop

---

Il digital twin nel FAT: emulazione di PLC e inverter in parallelo al test reale

Il digital twin applicato al FAT di quadri UTA non è uno strumento di simulazione teorica: è un ambiente che emula il comportamento di PLC e inverter, permettendo di affiancare al test reale sull'hardware fisico una verifica digitale in parallelo. Questo approccio, adottato da Siemens con Emulate3D e da Rockwell Automation con il proprio FAT virtuale, è oggi accessibile anche per sistemi più compatti come i quadri UTA.

Il valore pratico nel FAT non è tanto simulare prima del test fisico – anche se questa possibilità esiste – quanto accelerare la valutazione pass/no pass durante il test. Il digital twin affianca il sistema reale in tempo reale: quando SPOT esegue un controllo sull'hardware, il twin confronta il risultato atteso dal modello con il risultato misurato. Questo confronto non è basato su una semplice soglia discreta (valore > X = PASS, valore < X = FAIL), ma su un modello del comportamento atteso che comprende la dinamica del sistema: tempi di risposta, rampe, dipendenze tra segnali. La valutazione è quindi più ricca e meno soggetta a falsi positivi o falsi negativi legati a soglie rigide.

Funzione Digital Twin nel FAT	Beneficio operativo
Emulazione PLC e inverter	Il twin replica il comportamento atteso dei dispositivi, affiancando il test reale senza sostituirlo
Verifica in parallelo	Confronto continuo tra risultato atteso (twin) e risultato misurato (hardware) durante l'esecuzione FAT
Valutazione pass/no pass basata su modello	Valutazione dinamica che considera il comportamento del sistema, non solo soglie discrete, riducendo falsi positivi e falsi negativi
Identificazione anticipata delle anomalie	Le deviazioni dal comportamento atteso emergono prima che si traducano in guasti o FAIL sul sistema reale

---

Risultati: cosa cambia davvero

Il beneficio dell'automazione nel FAT di quadri UTA è principalmente di tempo e riproducibilità. Il numero di controlli eseguiti rimane sostanzialmente lo stesso definito dalla procedura FAT concordata con il cliente: ciò che cambia

è il tempo necessario per eseguirli e la qualità della documentazione prodotta.

Aspetto	FAT manuale tradizionale	FAT automatizzato 2026
Connessione sonde	Ripetuta ad ogni controllo	Una tantum a inizio sessione (probe multipolari)
Accesso ai dispositivi	Connessione fisica per ogni dispositivo	Accesso simultaneo via gateway multiporta Ethernet
Esecuzione sequenza	Manuale, operatore per operatore	Automatica, SPOT gestisce la sequenza completa
Acquisizione e documentazione	Trascrizione manuale, rischio errori	Acquisizione NI cDAQ automatica su database
Valutazione pass/no pass	Confronto manuale con soglie su documento	Automatica con digital twin basato su modello
Diagnosi anomalie	Ricerca manuale su manuali e internet (30+ min)	Assistenza QX-AURA con database storico FAT
Generazione certificato	Compilazione manuale a fine sessione	Generazione automatica dalla piattaforma QX
Tempo complessivo FAT	Ore (mezza giornata o giornata intera)	**Minuti** (riduzione significativa)

I dati qualitativi riportati riflettono l’esperienza di implementazioni reali di sistemi FAT automatizzati in ambito HVAC e quadristica industriale. La riduzione effettiva dei tempi dipende dalla complessità del quadro, dal numero di segnali e dalla configurazione del sistema di test.

Certificati di collaudo automatici e tracciabilità

Uno degli aspetti più rilevanti per i responsabili qualità è la generazione automatica dei certificati di collaudo. Con il FAT manuale, il certificato viene compilato a mano al termine della sessione, con i rischi di errore di trascrizione e incompletezza che ne derivano. Con la piattaforma **QX**, ogni dato acquisito da SPOT durante il FAT viene registrato automaticamente nel database centrale: il certificato di collaudo del singolo quadro – con ID quadro, lotto, data, operatore, esito di ogni controllo e misure acquisite – è disponibile immediatamente al termine della sessione, senza nessuna compilazione manuale.

Conclusioni

Le tecnologie descritte in questo articolo – SPOT con architettura a PlugIn Action, NI cDAQ con moduli C Series, connettori di probe multipolari, gateway

multiporta via Ethernet, digital twin per verifica in parallelo e QX-AURA come assistente per la diagnosi – sono tecnologie mature, disponibili oggi e già implementate in contesti industriali reali nel settore HVAC e nella quadristica di controllo.

Il vantaggio competitivo per i costruttori di quadri UTA non è nell'adozione di una singola tecnologia, ma nell'integrazione di queste componenti in un processo FAT coerente: più rapido, più riproducibile, meno dipendente dall'expertise individuale dell'operatore e completamente tracciabile. Per chi collauda quadri in serie, la differenza tra un FAT che dura ore e uno che dura minuti non è una questione tecnica: è una questione di capacità produttiva, qualità del servizio e differenziazione competitiva.