

Sistema di controllo sommitale dei pilastri di attesa in fase di varo della nuova piastra parcheggi sopra i binari della stazione Termini di Roma

Giorgio Sforza, Lorenzo Lepori, Angelo Riccardi - ESSEBI, Angelo Trasarti - NI LabVIEW consultant

LA SFIDA

Nel corso del 2016, a fasi progressive fino ad interessare trasversalmente tutte le banchine tra i binari 1-21, da parte dell'impresa MAEG Costruzioni SpA sarà varata la struttura del nuovo parcheggio sopraelevato sovrastante i binari della stazione Termini di Roma, per una capacità di oltre 2500 vetture. L'operazione è particolarmente delicata in quanto le colonne di attesa, in carpenteria metallica e in numero di quattro per ciascuna delle dieci banchine interessate per un totale di quaranta, debbono presentare delle inflessioni non superiori alle tolleranze previste. Per garantire ciò, la società ESSEBI di Roma è stata incaricata di implementare un sistema automatico di controllo in continuo degli spostamenti sommitali delle colonne nel piano parallelo alla direzione di varo. In sostanza ha realizzato un impianto di monitoraggio in continuo che, seppure nella sua estrema semplicità e linearità, consente il controllo in corso d'opera di una operazione di varo estremamente delicata e complessa in cui la pur minima sbavatura potrebbe risultare fatale.

Ciascuna delle dieci banchine della Stazione Termini di Roma sarà strumentata con quattro trasduttori inclinometrici, due trasduttori di spostamento ed un trasduttore di temperatura. I sensori sono collegati ad un sistema di acquisizione dati (DAQ) e condizionamento del segnale in ingresso, a 16 canali complessivi suddivisi in 8 canali per trasmissione in tensione e 8 per trasmissione in corrente, in numero di 1 per banchina. Tali sistemi, posizionati sull'estradosso delle pensiline esistenti in cls, provvedono all'alimentazione dei sensori collegati ed al condizionamento e alla digitalizzazione del segnale elettrico in uscita dagli stessi. I moduli DAQ sono tra di loro collegati via ethernet a costituire una unica rete di acquisizione a mezzo di switch-hub di rete posizionati anch'essi sull'estradosso delle pensiline. Il generico switch di rete ha lo scopo di ricevere in ingresso la trasmissione dei dati provenienti dal DAQ della banchina corrispondente e di connettersi in uscita con i corrispondenti switch delle banchine i+1 e i-1, collegando in tal modo in cascata tutti i moduli di acquisizione installati. Dallo switch hub posizionato in corrispondenza del primo

LA SOLUZIONE

La soluzione adottata prevede l'impiego di dieci schede DAQ a 8 canali ciascuna (una per ogni banchina) collegate via ethernet a mezzo di altrettanti switch-hub ad un pc collazionatore centrale posizionato in cabina di azionamento dell'apparto idraulico di spinta. Ciascuna scheda di acquisizione è collegata, con trasmissione in corrente, a quattro servoinclinometri, che misurano le rotazioni nella direzione del varo e quindi, indirettamente lo spostamento in testa delle corrispondenti colonne, a due trasduttori di posizione ad acquisizione laser, che misurano gli spostamenti trasversali della struttura in avanzamento rispetto alla direttrice di varo, e ad un trasduttore di temperatura, che consente di valutare eventuali effetti di mascheramento termico. Il sistema centralizzato è gestito con soglie di allerta e di allarme. Il superamento di quest'ultime comporta l'immediato arresto momentaneo del varo con il conseguente intervento manuale su viti di tensionamento per ripristinare la verticalità delle colonne entro le tolleranze richieste.

allineamento attraversato, il cavo in uscita si collega ad un pc industriale fisso, posizionato in area di cantiere, dove risiede il software di gestione di tutto il sistema, dotato di interfaccia grafica

“L'utilizzo di sistemi modulari per l'acquisizione dati e l'ambiente di sviluppo LabVIEW hanno consentito di gestire in modo ottimale le richieste progettuali.”

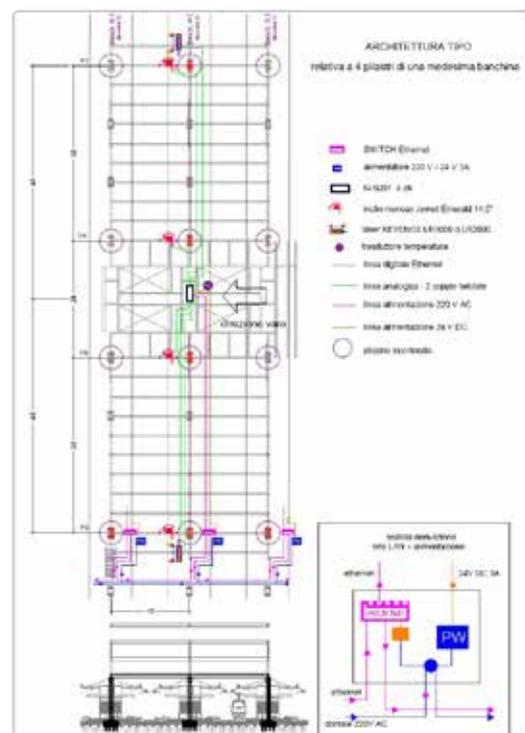


Figura 1



Figura 2

per la visualizzazione istantanea ed in continuo delle misure eseguite. I sistemi DAQ e i corrispondenti switch di rete sono alimentati in serie mediante una unica linea di corrente con fornitura di tensione a partire dalla zona di cantiere adibita al montaggio della struttura. Uno schema tipologico dell'architettura descritta è riportato nella figura che segue.

La trasmissione del segnale è effettuata in corrente con intervallo 4-20mA. I dieci sistemi DAQ sono composti da uno chassis della serie National Instruments Compact DAQ 9181 a singolo slot, interfaccia ethernet per la trasmissione dati, con scheda di acquisizione dedicata NI 9207 a 16 canali complessivi, suddivisi in 8 canali in tensione ($\pm 10V$) + 8 canali in corrente ($\pm 20mA$) con risoluzione ADC a 24bit e rumore di fondo inferiore a 50nA rms. Essi, a mezzo di switch-hub di rete, sono collegati ad un PC industriale su sistema operativa Windows, dotato di modem UMTS per il trasferimento dei dati su cartella web condivisa. Per il controllo delle rotazioni in testa alle colonne sono previsti inclinometri monoassiali Jewel Emerald Series SMI-L, di tipo servo-accelerometrico, con range di misura $\pm 14.5^\circ$, precisione di $\pm 0,003^\circ$. Per la misura dello spostamento trasversale della piastra in avanzamento sono previsti trasduttori di posizione a fascio laser Keynce LR-TB50, con distanza rilevabile da 60 a 5.000 mm, riproducibilità della misura di ± 3 mm per un tempo di risposta di 100 ms e con misura non sensibile alla tipologia della superficie di battuta del laser (colore della superficie, eventuali asperità). Il software di gestione è sviluppato in ambiente LabVIEW e consente l'acquisizione con plottaggio in real time della storia temporale delle misure. Parallelamente sono inserite delle routine di controllo sui dati acquisiti per verificare il superamento delle soglie di allerta o di allarme indicate dal progettista.

Il software è suddiviso in una schermata generale sempre visibile, in cui sono plottati i valori numerici istantanei delle misure inclinometriche, degli spostamenti rilevati dai laser e degli indicatori luminosi corrispondenti ai controlli sulle soglie. Sono poi presenti una serie di schede in cui si ha accesso ai parametri di configurazione, ai grafici delle misure, e al dettaglio sugli allarmi. La schermata sempre visibile consente di tenere costantemente sotto controllo i valori numerici istantanei delle misure e il controllo sullo stato delle soglie di attenzione o di allarme. La matrice numerica di destra riporta i 40 sensori inclinometrici in cui le colonne rappresentano gli allineamenti longitudinali (P1-P9), le righe rappresentano le banchine (Pb - Pk). La matrice numerica



Figura 3

nella parte inferiore riporta i 20 sensori laser in cui le colonne rappresentano le banchine e le righe rappresentano i due allineamenti esterni. I pulsanti indicati come "indicatori di allarme" sono degli indicatori luminosi per il controllo immediato delle soglie. In particolare il software, ad ogni ciclo di acquisizione, confronta i valori misurati dai sensori con i valori di allerta e di allarme ed accende il corrispondente indicatore se almeno uno dei sensori ha raggiunto una delle due condizioni. All'accensione di un indicatore luminoso è possibile individuare quale o quali sensori hanno raggiunto una delle suddette condizioni andando a controllare le schede dedicate denominate "allerta" o "allarmi". Nella scheda è visualizzata una matrice, analoga a quelle visibili nella schermata generale, in cui nelle caselle è riportata la stringa contenente l'indicazione dello stato dei sensori. In particolare la matrice è regolarmente vuota, in occasione di un raggiungimento di soglia compare nella casella l'indicazione "allerta" o "allarme" in corrispondenza del sensore(o dei sensori) che ha raggiunto una delle suddette condizioni. Le varie schede, interrogabili nel corso dell'acquisizione, consentono di aver accesso ai grafici nel tempo delle misure in corso.

I dati sono acquisiti con una frequenza di 1 campione ogni 5 secondi in modo da ottenere un aggiornamento rapido dei grafici e dei valori numerici, al fine di un maggior controllo sullo stato dell'opera. Il salvataggio dei dati acquisiti su file può avvenire invece con differenti frequenze di log. Per le fasi di varo, la frequenza di log è pari alla frequenza di campionamento (5Samples/sec); nelle fasi di attesa fra una fase di varo e la successiva, la frequenza di log è pari a 1 campione ogni 4 ore; per tutte le fasi di dettaglio necessarie alla regolazione delle attrezzature del sistema di spinta (tensionamento delle viti in dywidag) la frequenza di log potrà essere modificata su indicazione del progettista ad intervalli variabili.

L'utilizzo di sistemi modulari per l'acquisizione dati e l'ambiente di sviluppo Labview hanno consentito di gestire in modo ottimale le richieste progettuali realizzando un'architettura dedicata hardware e software riuscendo a soddisfare le necessità del progettista, dell'impresa costruttrice e di tutti gli attori coinvolti con la realizzazione di tale nuova strategica costruzione.

Prodotti utilizzati:

CompactDAQ
LabVIEW