

Collaudo di unità semichopper e gruppi statici in ambito ferroviario

L. Magni¹, F. Magnino¹, S. Cifaldi², Ezio Bo³ – PRAGMA ENGINEERING¹, OMCTRENITALIA², AEP ELETTRONICA³

LA SFIDA

Realizzare dei sistemi di misura finalizzati al collaudo di apparecchiature Elettroniche di Potenza (Convertitori di Trazione a Semichopper e Convertitori Statici per servizi ausiliari) installate su Elettromotrici Leggere per servizio pendolare, ALE 724/582/642, LE 562/682 e treni alta frequentazione (TAF), ed Elettrotreni ad Alta Velocità (ETR 460/463/470/480/485) secondo quanto definito nelle specifiche norme di riferimento. Il collaudo deve consentire alle OMC (Officine di Manutenzione Ciclica) di Trenitalia la verifica funzionale e prestazionale di tutti gli elementi che compongono entrambe le apparecchiature.

LA SOLUZIONE

Adottare un'architettura di test (hardware e software) di nuova generazione (Next-Gen ATS) impiegando strumentazione virtuale su NI PXI e sfruttare i vantaggi della piattaforma NI TestStand abbinata all'utilizzo di Switch Executive, tecnologia IVI e ADE quali NI LabVIEW e NI LabWindows/CVI.

Prodotti utilizzati

LabVIEW	TestStand	Multimetri Digitali	Switch
LabWindows/CVI	PXI	Digitalizzatori/Oscilloscopi	

Effettuare il collaudo di apparati Semichopper per la trazione e di Convertitori Statici per servizi ausiliari richiede l'esecuzione di prove in bianco ed in potenza che devono acquisire ed elaborare un numero elevato di segnali di differenti tipologie provenienti da molteplici punti di misura in condizioni di esercizio dell'apparato. Al fine di rendere più efficace e più rapida l'esecuzione dei test, il sistema consente la connessione contemporanea di quasi tutti i segnali coinvolti nei test che, grazie alla tecnologia NI Switch Executive, vengono opportunamente instradati alla strumentazione in base al tipo di prova da eseguire. Questa tecnologia consente quindi setup complessivi per tipologie di prove distinte evitando di modificare continuamente i collegamenti dei segnali per soddisfare i requisiti del test in esecuzione.

L'elevato livello di parametrizzazione ha consentito, inoltre, di definire procedure di test che soddisfino i differenti requisiti emergenti dalle singole specifiche degli apparati. Al fine di minimizzare l'influenza sulle misure del rumore elettromagnetico presente in sala prove, dovuto essenzialmente ai valori elevati di correnti/tensioni di prova ed alla presenza di semiconduttori di potenza (tiristori, GTO, IGBT, etc.) che commutano ad alte frequenze, sono stati implementati algoritmi specifici in LabVIEW per il condizionamento e il processing dei segnali.

trazione a seconda della coppia/velocità richiesta.

I Convertitori Statici consentono invece di generare, a partire dalla tensione continua di linea, un'alimentazione trifase AC necessaria per alimentare tutti gli apparati ausiliari del locomotore (motoventilatori, compressori, carica batterie).

L'obiettivo principale della realizzazione è stato quello di definire un'architettura hardware e software del sistema di misura in grado di soddisfare tutte le necessità emerse dai test e di identificare e sviluppare tutte le procedure semi/automatiche in grado di consentire l'intero collaudo dell'apparato. Preliminarmente è stata quindi condotta un'analisi dettagliata di tutte le procedure di collaudo (per lo più manuali) descritte nelle norme di collaudo di riferimento di ciascun apparato (complessivamente 6 modelli di cassoni chopper e 11 modelli di gruppi statici).

Per entrambe le tipologie di apparato i test sono distinti macroscopicamente in: test dielettrici, prove in "bianco" e prove in potenza. I test dielettrici consentono una verifica di rigidità e di isolamento dell'apparato e sono eseguiti con l'ausilio di strumentazione tradizionale. Le prove in bianco consentono una verifica di base delle alimentazioni interne in bassa tensione, delle logiche e dei segnali di pilotaggio tra i vari componenti dell'apparato. Le prove in potenza, infine, sono volte a verificare il funzionamento

"L'impiego di hardware PXI in combinazione con TestStand e Switch Executive assieme agli ADE LabVIEW e LabWindows/CVI hanno consentito in maniera rapida ed efficace l'implementazione di tutte le funzionalità/ caratteristiche richieste."

Le sale prova per apparecchiature Semichopper e Convertitori statici sono state realizzate da AEP Elettronica in collaborazione con Pragma Engineering, quale responsabile del sistema di misura e del software di collaudo, per le Officine di Manutenzione Ciclica (OMC) di Bologna di Trenitalia.

Le unità Semichopper sono impiegate a coppie (realizzando l'unità chopper complessiva) e sono necessarie per il controllo del motore elettrico in continua ad essi interconnesso. Le unità prelevano potenza dalla linea DC 3KV e la forniscono, parzializzata, ai motori di

di tutto l'assieme in differenti condizioni di carico (e talvolta di sovraccarico) con tensione fino a 4KV e corrente fino a 250A per potenze circolanti dell'ordine di 800KVA per Trazione e 140KVA per Convertitori Ausiliari.

Date le tipologie di prove da eseguire e le tensioni/correnti in gioco, ciascuna sala prova è suddivisa in area di collaudo e cabina di controllo. L'area di collaudo è preposta ad alloggiare l'apparato in prova e i quadri elettrici necessari per l'erogazione della potenza e del carico come pure il sistema di misura, mentre la cabina di

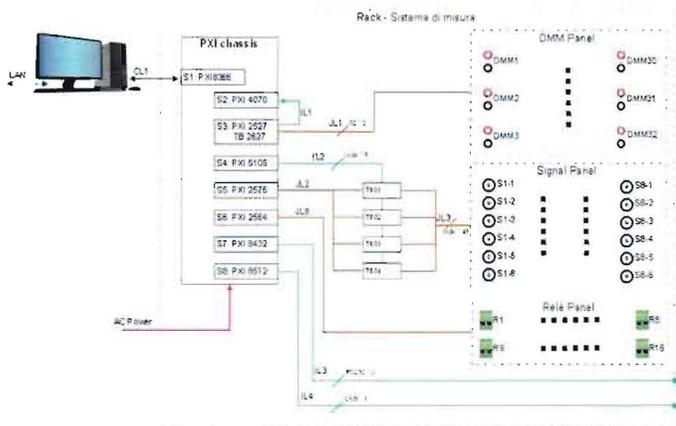


Figura 1



Figura 2

controllo contiene la consolle di comando ed il PC di gestione del collaudo. Le aree di collaudo sono opportunamente delimitate e vengono segregate durante l'esecuzione della prova per cui non è consentito, per motivi di sicurezza, all'operatore di sostare in prossimità dell'apparato in prova.

Da un punto di vista elettromagnetico, va evidenziato che si è in presenza di un ambiente particolarmente rumoroso con presenza di disturbi irradiati e condotti causati essenzialmente dagli elevati livelli di corrente e tensione e dalle commutazioni dei semiconduttori presenti negli apparati (tiristori, GTO, IGBT). I pezzi in prova devono essere alimentati fornendo un'alimentazione di linea regolabile e devono essere verificate sia le condizioni a vuoto che quelle a pieno carico. Durante i diversi test con le apparecchiature a vuoto o sottoposte a carico devono essere verificati alcuni segnali interni e le uscite, affinché tutti i parametri misurati siano conformi alle specifiche di collaudo.

Requisiti del sistema

Vista la natura e la tipologia dei segnali, il sistema di misura deve essere elettricamente isolato dal PC di gestione e in grado di eseguire misure di livelli tensione (misure statiche) attraverso l'impiego di un DMM e acquisire forme d'onda (misure dinamiche) di più segnali simultanei attraverso l'uso di un digitizer.

Il sistema deve essere in grado di consentire la connessione di tutti i segnali coinvolti nei test e impostare dinamicamente la matrice di routing dei segnali verso il DMM e verso i canali del digitizer.

Una volta eseguito il setup nell'area di collaudo e opportunamente alimentata l'apparecchiatura, tutti i test devono essere eseguiti dall'interno della cabina di controllo. L'elevato livello dei disturbi e la pericolosità intrinseca dell'ambiente di test impone l'utilizzo di un link in fibra ottica al fine di garantire un adeguato isolamento tra cabina di controllo ed area di prova e per operare in totale sicurezza.

Architettura ATS

L'architettura hardware proposta consente l'acquisizione simultanea di 8 canali tramite digitizer (oscilloscopio) e di 1 canale isolato tramite DMM (multimetro). Al fine di consentire la connessione simultanea di tutte le linee di segnale, ogni strumento è associato a uno specifico multiplexer, consentendo di ottenere 48 linee, suddivise in 8 gruppi da 6, per i canali dell'oscilloscopio e 32 linee per il canale del multimetro.

Il sistema hardware (vedi Figura 1) sfrutta appieno i vantaggi dell'architettura PXI e fa uso di 5 moduli per la versione semichopper

e 8 invece per la versione gruppi statici. I moduli impiegati servono per realizzare le seguenti funzionalità:

- Link MXI (interfaccia in fibra ottica verso il PC di controllo).
- Digitizer ad 8 canali per l'acquisizione delle forme d'onda.
- DMM per la misura isolata dei segnali in tensione.
- Multiplexers per la connessione dei segnali verso il multimetro e verso il digitizer.
- Interfacce di comunicazione CAN e seriale (RS-232).

Implementazione

L'intero sistema software ha un'architettura altamente modulare e parametrizzata basata su TestStand. Le procedure di collaudo sono implementate in sequenze di test composte da specifici step di collaudo, a ciascuno dei quali è associato un modulo software opportunamente realizzato per implementare una particolare misura/elaborazione. A ciascuna sequenza sono associati una serie di parametri, configurabili dall'operatore, al fine di soddisfare i requisiti di prova di più apparati con uno stesso tipo di procedura. La GUI del sistema consente, all'operatore, di eseguire uno specifico test oppure di lanciare un'intera sessione di collaudo che comprende tutto l'insieme di test applicabili all'apparato da collaudare.

Il sistema è in grado inoltre di gestire l'instradamento dei segnali (routing) a seconda della procedura di test in esecuzione al fine di assicurare la connessione delle linee richieste alla strumentazione coinvolta, di gestire e configurare tutti i parametri delle procedure di collaudo e di generare i report di ciascun collaudo eseguito memorizzando grafici e misure all'interno di esso.

Ai fini dell'automatizzazione di alcuni test, il software implementa diversi moduli di signal processing come ad esempio:

- Verifica della polarità degli impulsi: tramite algoritmi di zero-crossing.
- Analisi nel tempo delle f.d.o.: rimozione di offset e calcolo del numero di impulsi con algoritmi che minimizzino l'influenza del rumore.
- Misure sulle f.d.o.: per ogni singolo impulso si eseguono misure del tempo di salita e di discesa, della durata e di ampiezza.
- Verifica dei sincronismi e delle inibizioni tra segnali: tramite specifici algoritmi che operano su f.d.o. acquisite simultaneamente.

Il sistema software è dotato inoltre di algoritmi di signal pre-processing che consentono il filtraggio di rumore e di spurie,

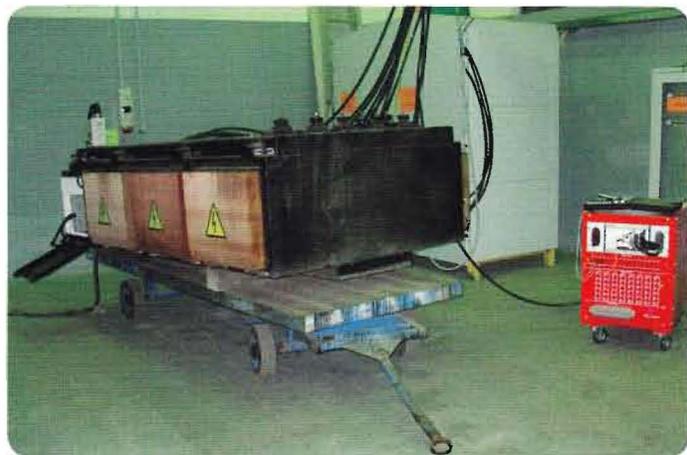


Figura 3

inversione del segnale, di rimozione offset e di opportuna finestrazione (stima del segnale utile) per eseguire valutazioni affidabili dei parametri del segnale.

Conclusioni

Le soluzioni architetturali Next-Gen ATS basate su hardware e software di National Instruments hanno permesso di soddisfare efficacemente tutti i requisiti di prova ed i vincoli operativi imposti dalle specifiche tipologie di collaudi. L'impiego di hardware PXI in combinazione con TestStand e Switch Executive assieme agli ADE LabVIEW e LabWindows/CVI hanno consentito in maniera rapida ed efficace l'implementazione di tutte le funzionalità/caratteristiche richieste.

In particolare l'impiego di Switch Executive ha consentito di realizzare virtual device tramite la combinazione di unità di switch diverse, definendo ed impostando i necessari percorsi di routing.



Figura 4