

NIDays

FORUM TECNOLOGICO
SULLA PROGETTAZIONE GRAFICA DI SISTEMI

SOLUZIONI E APPLICAZIONI 2012

———— 19[^] edizione ► nidays.it ————

NIDays

NIDays

CONFERENCE

HCRMETER lo strumento per i test termici

L. Magni, F. Magnino – PRAGMA ENGINEERING

LA SFIDA

Realizzare uno strumento embedded in grado di eseguire la misura di resistenza di avvolgimenti per induttanze e trasformatori di potenza con elevata precisione sia in modalità a freddo (temperatura ambiente) che a caldo con il rilievo automatico della curva di raffreddamento.

LA SOLUZIONE

Fornitura di un sistema di misura integrato con hardware standard commerciale (basato su NI CompactDAQ), da interfacciarsi al PC di controllo, con un'architettura scalabile che consente di modulare sia il numero di canali volt-amperometrici che il numero di sonde di temperatura da acquisire simultaneamente nelle sessioni di test.

Prodotti utilizzati

LabVIEW

CompactDAQ

HCRMETER è uno strumento realizzato per l'esecuzione automatica delle misure volt-amperometriche nel rilievo dei dati di resistenza a caldo e a freddo degli avvolgimenti di trasformatori/reattanze di potenza. Lo strumento è dotato di un software dedicato sia per la misura di resistenze a freddo che per l'elaborazione automatica di un test di riscaldamento che include il rilievo dei valori delle resistenze a caldo senza l'intervento dell'operatore per la lettura. HCRMETER è basato su un'architettura CompactDAQ e consente l'installazione di 8 moduli differenti. In base alle specifiche esigenze lo strumento può essere fornito con differenti configurazioni, in questo modo è possibile modulare sia il numero di canali volt-amperometrici che le sonde di temperatura da acquisire simultaneamente nelle sessioni di test.

Per la caratterizzazione dei trasformatori/reattanze di potenza sono particolarmente rilevanti le misure di resistenza degli avvolgimenti. Tipicamente sono effettuate misure del valore di resistenza a temperatura ambiente (resistenza a freddo) ed in condizioni di esercizio (resistenza a caldo). Per quanto concerne la

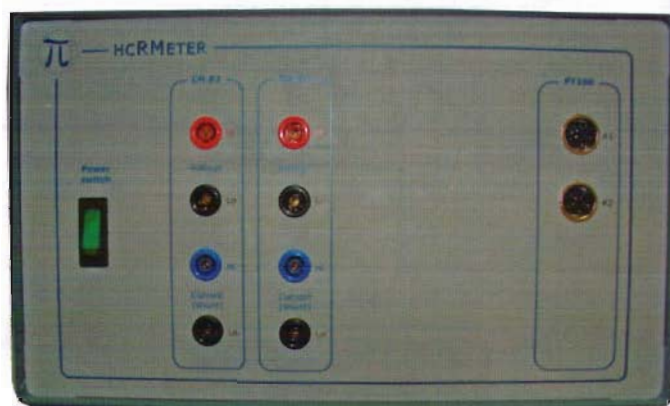


Figura 1: HCRMETER vista frontale

“Quest'applicazione abbraccia in pieno la filosofia della strumentazione virtuale di National Instruments, in cui le estensioni ed i miglioramenti dello strumento di misura sono in gran parte dovuti all'implementazione software.”

resistenza a caldo si tratta di rilevare i valori di resistenza durante il raffreddamento del trasformatore in misura precedentemente portato a temperatura di esercizio ovvero a regime termico. Tale rilevazione serve a determinare l'effettiva temperatura raggiunta internamente dagli avvolgimenti quando la macchina opera in condizioni di esercizio erogando la corrente nominale. Il valore è ottenuto mediante un processo di estrapolazione dato il gap temporale, inevitabile, tra la sconnessione dell'alimentazione (stacco sorgente AC) e l'inizio delle misure di resistenza (connessione sorgente DC).

I sistemi convenzionali di misura diretta del valore di resistenza a caldo di avvolgimenti di trasformatori e/o reattanze di potenza non consentono una misura contestuale rispetto all'istante di sconnessione della sorgente AC e sono tutti svolti manualmente tramite intervento di uno o più operatori.

Nella progettazione e sviluppo del HCRMETER (Hot-Cold Resistance Meter), ci si è posti come obiettivi di base la massima accuratezza di misura (tramite acquisizioni sincrone di tensione/corrente), la misura combinata dei canali (temperatura e volt-amperometrici) e la gestione automatica dell'acquisizione della curva di raffreddamento

combinata con il suo monitoraggio in real-time.

Requisiti

Ai fini dell'esecuzione automatica delle misure volt-amperometriche nel rilievo dei dati di resistenza a caldo e a freddo degli avvolgimenti di trasformatori/reattanze di potenza i requisiti più rilevanti prevedono, sul lato hardware: l'interfacciamento di sonde di temperatura tipo RTD e/o termocoppia; canali in tensione per le misure volt-amperometriche (connessione tramite resistenze di shunt per i canali in corrente); l'acquisizione sincrona di tutte le misure. Sul lato software, invece, prevedono: la configurazione dei parametri di prova (numero di avvolgimenti e canali associati, parametri di scala/shunt, tipologia di sensori di temperatura, periodo di acquisizione, ordine polinomio per estrapolazione); la visualizzazione istantanea delle misure acquisite (tensione, corrente e temperatura) e derivate (resistenza, compresi i valori estrapolati); la memorizzazione dei dati di prova (sia parametri di configurazione che dati acquisiti); l'esportazione dati in formato Excel compatibile.



Figura 2: HCRMETERVIEW vista della GUI di configurazione

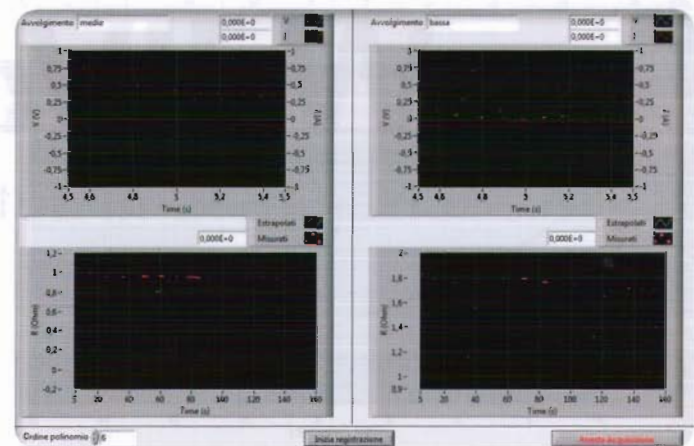


Figura 3: HCRMETERVIEW vista della GUI di acquisizione

Realizzazione

HCRMETER (Hot-Cold Resistance Meter), basato su CompactDAQ ed interfacciato al PC con a bordo il software HCRMETERVIEW sviluppato in NI LabVIEW, consente una misura combinata sia dei rilievi di temperatura che dei rilievi volt-amperometrici. Le acquisizioni di tensione/corrente sono sincrone in modo da garantire la massima accuratezza della misura di resistenza.

La misura di temperatura consente di rilevare sia la temperatura ambiente durante la misura di resistenza a freddo, che il raggiungimento della condizione di regime del trasformatore/reattanza in prova durante il test termico (per regime termico si intende una variazione di temperatura inferiore a 1 grado centigrado per ora).

Le acquisizioni volt-amperometriche e di temperatura sono effettuate con una risoluzione temporale fino a 0.5 s ed una risoluzione di acquisizione a 24bit. Inoltre l'applicazione consente in real-time il calcolo del valore di resistenza allo stacco estrapolandolo dal set di valori acquisiti di tensione/corrente.

Il sistema consente l'utilizzo combinato di 8 differenti moduli di ingresso e pertanto la configurazione di sistema può essere adattata alle specifiche esigenze di test. I moduli previsti sono del tipo: tensione a 4 canali analogici (fino a 60V per la misura volt-amperometrica contemporanea di 2 avvolgimenti); temperatura per termoresistenze a 4 canali (connessione di sonde Pt100 o Pt1000 a 2/3/4 fili); temperatura per termocoppie a 4 canali (connessione di sonde di tipo J, K, T, E, N, B, R, S).

Le componenti hardware sono alloggiare all'interno di uno chassis metallico con riportati sul pannello frontale, oltre all'interruttore di accensione, una serie di connettori standard per le connessioni agli avvolgimenti ed il collegamento delle sonde di temperatura (Figura 1). Sul pannello posteriore, oltre al connettore per l'alimentazione AC 220V, è presente un connettore USB o Ethernet, a seconda delle esigenze, per la connessione dati al PC.

L'applicazione HCRMETERVIEW, in dotazione con lo strumento, consente la gestione dell'apparecchio per quanto concerne la configurazione dell'hardware, la gestione delle sessioni di misura e la visualizzazione e gestione dei dati elaborati dall'unità. L'applicativo implementa due modalità di funzionamento: misura delle resistenze degli avvolgimenti a freddo; misura delle resistenze degli avvolgimenti a caldo.

Ad entrambe le modalità di misura è associabile anche la funzione di datalogging dalle sonde di temperatura.

L'applicativo HCRMETERVIEW presenta le seguenti caratteristiche funzionali:

- configurazione della prova (Figura 2): definizione della tipologia di prova (misura resistenza a freddo, misura resistenza a caldo); definizione del numero di avvolgimenti in test; identificazione/associazione dell'avvolgimento con i canali fisici dello strumento (V e I); impostazione della sensibilità dei canali (range), impostazione parametri dello shunt (I); impostazione della cadenza di acquisizione (multipli di 0.5 s); selezione dell'ordine del polinomio della curva di estrapolazione; memorizzazione e caricamento delle configurazioni.
- esecuzione della misura (Figura 3): acquisizione e visualizzazione istantanea delle letture V e I di tutti gli avvolgimenti in prova; visualizzazione immediata dei valori di R calcolati su tutti gli avvolgimenti in prova; avvio della registrazione dei dati e della rappresentazione in tempo reale della curva di estrapolazione; variazione on-line dell'ordine del polinomio; variazione on-line dell'istante di avvio della registrazione e della rappresentazione della curva (al fine di scartare/include le letture iniziali); stop della registrazione e passaggio alla modalità di visualizzazione dei dati.
- visualizzazione dei dati (Figura 4): visualizzazione dei dati in forma tabellare e grafica; impostazione off-line dell'ordine del polinomio estrapolatore; regolazione off-line del punto iniziale di avvio registrazione; salvataggio e caricamento dei dati inerenti un test; esportazione dei dati in formato Excel compatibile.

Conclusioni

Tramite l'hardware ed il software di NI è stato possibile realizzare uno strumento per l'esecuzione automatica di sessioni di misura per la rilevazione dei valori di resistenza a caldo e a freddo degli avvolgimenti di trasformatori/reattanze di potenza. L'apparecchio integra in un unico sistema la possibilità di effettuare, in maniera sincrona, misure di tensione/corrente su più avvolgimenti e misure di temperatura interfacciando sia sonde RTD che termocoppie. HCRMETER è gestito da PC Host, connesso via interfaccia USB o Ethernet, tramite un applicativo software, sviluppato in LabVIEW. Tale software permette una completa configurazione e gestione della prova consentendo, contrariamente a sistemi di misura basati su strumentazione tradizionale, la valutazione in real-time dell'andamento della prova nel caso di misure di resistenze a caldo, cosa estremamente importante, vista la durata e il costo della prova stessa.

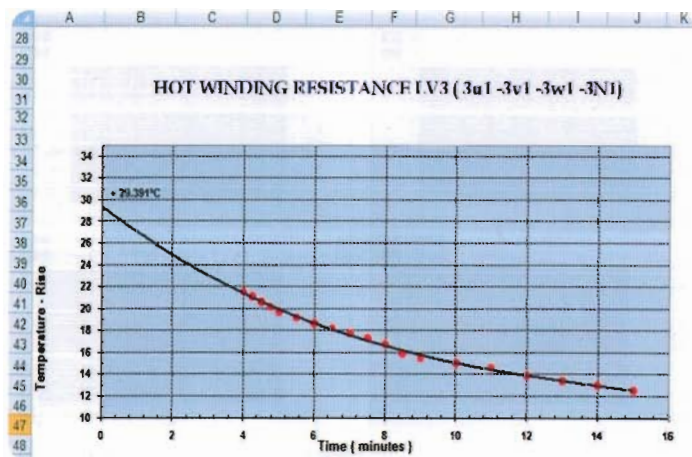


Figura 4: Curva di raffreddamento dati esportati in Excel

Tramite questo tipo di architettura è stato possibile ottenere i seguenti benefici:

- riduzione dei costi (elevato rapporto qualità/prezzo dello strumento combinato con il ridotto impegno di risorse umane ai fini dell'esecuzione della misura);
- scalabilità del sistema potendo variare numero e tipologia di canali in base all'esigenza della particolare applicazione (numero di avvolgimenti in misura);
- flessibilità del sistema facilmente ottenibile tramite eventuali personalizzazioni del software.