

## Misure estensimetriche in ambiente criogenico

Instrumentation Devices ha collaborato con il laboratorio di prove meccaniche del Centro Ricerche ENEA del Brasimone nella realizzazione di una serie di misure estensimetriche su componenti meccanici da utilizzare all'interno del reattore sperimentale ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) nel progetto internazionale di studio della fusione nucleare.

I test sono stati rivolti alla validazione a fatica termomeccanica di particolari "chiavette" prototipali previste per essere installate nella sezione di accoppiamento delle strutture di supporto delle bobine toroidali del reattore.

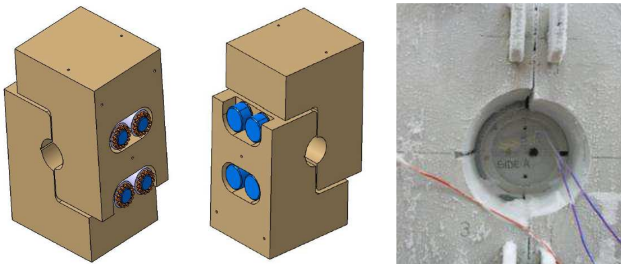
Le applicazioni estensimetriche sono state eseguite con l'impiego di specifici estensimetri e loro accessori (collanti e protettivi) in grado di lavorare in azoto liquido alla temperatura di  $-196^{\circ}\text{C}$ .

L'acquisizione dei segnali, da 8 estensimetri e 8 termocoppie per il monitoraggio delle relative temperature, è stata affidata ad un sistema **imc C SERIES**, modello **CL-7016**, provvisto di ingressi analogici universali ed in particolare adatto al condizionamento e all'acquisizione di estensimetri (1/1, 1/2, 1/4 di ponte) e termocoppie.

Il software **imc STUDIO** ha supportato il setup, la gestione dei test e la visualizzazione on-line dei dati in unità ingegneristiche; il software **imc FAMOS** ha consentito la post analisi dei dati e la creazione dei report di prova.

### Preparazione delle prove

Per simulare la sezione IIS (Inner Intercoil Structure) di supporto delle bobine toroidali (Toroidal Field Coil Case, TFCC), ENEA ha realizzato un'apposita infrastruttura costituita da due flange contrapposte, con sede formata da due cavità semicilindriche. Il prototipo della chiavetta è stato inserito all'interno di tale cavità e tenuto in posizione tramite le due flange serrate tra loro con 4 tiranti equipaggiati di tensionatori Superbolt.



Vista frontale e posteriore delle due flange accoppiate, a destra il particolare della "chiavetta" inserita tra le flange.

Per monitorare le deformazioni e gli sforzi indotti, sui tiranti e sulla chiavetta, dai carichi applicati durante i test, questi componenti sono stati strumentati con estensimetri adatti a operare sia a temperatura ambiente che in azoto liquido. Gli estensimetri sono stati incollati a caldo e protetti con un protettivo in grado di resistere fino a  $-196^{\circ}\text{C}$ .

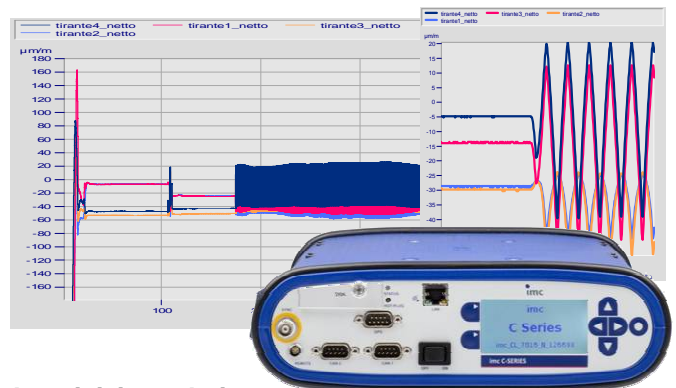
#### Estensimetri KYOWA: KFL-5-350-D16-11F1M3

- Strain-gage biassiali compensati tra  $-196$  e  $+50^{\circ}\text{C}$
- Lunghezza della griglia: 5mm
- Resistenza: 350 Ohm
- Collante: PC-600 Kyowa**
- Protettivo: C5 Kyowa**



### Prove

L'intera infrastruttura di prova è stata montata su di una pressa idraulica ad alta capacità (9 MN) e testata sotto carico ciclico pulsante in azoto liquido ( $77^{\circ}\text{K}$ ) per più di 30.000 cicli, per valutare la risposta dei prototipi in termini di resistenza meccanica, resistenza a fatica e mantenimento dell'isolamento elettrico tra le flange.



### Acquisizione dati

**imc C-SERIES** ha permesso di acquisire le time history dei canali estensimetrici e delle termocoppie, per circa 100 ore consecutive. Considerata la criticità della sperimentazione, per costi, tempi e non ripetibilità, il salvataggio dei dati è stato eseguito in modo ridondante, sia su CompactFlash, all'interno del sistema di acquisizione, sia sul Hard Disk del PC, sul cui monitor è stato possibile visualizzare graficamente e in modo continuo l'evoluzione della prove.

Grazie alla frammentazione della memorizzazione dati, è stato possibile esportarne i file direttamente in **imc FAMOS** per la loro immediata post-elaborazione durante lo svolgimento della prova stessa.