

## Prove di Volo su elicottero ultraleggero

Soluzioni di acquisizione e analisi dati impiegata da CURTI Costruzioni Meccaniche Spa



**CURTI**

L'elicottero biposto targato Curti è realizzato a Castel Bolognese, quartier generale del gruppo industriale. I sistemi di sicurezza e la fase di validazione ed industrializzazione del progetto sono co-finanziati dall'UE attraverso il bando Fast Track to Innovation del programma Horizon 2020.

Unico progetto a guida italiana che rientra nella lista dei 16 vincitori, sarà anche l'unico ultraleggero al mondo mosso da un motore a turbina; più leggero, affidabile e con minori vibrazioni rispetto al tradizionale motore a pistoni.

Una parte considerevole della progettazione è realizzata da Hypertec una società di ingegneria del gruppo Curti che, oltre ad operare nel settore aerospace, è presente anche nel settore motorsport, oil&gas, energia e automazione.

La realizzazione di parti volo completamente controllate e verificate mediante i sistemi di controllo non distruttivi, fa parte dello know-how dell'azienda castellana, così come l'utilizzo di leghe leggere, titanio e composito, che consentono di contenere il peso al decollo entro i 450 kg.

## Introduzione

In questo documento è brevemente descritto il sistema di acquisizione dati utilizzato durante le sessioni di test dell'elicottero ultraleggero di proprietà di **CURTI Costruzioni Meccaniche Spa**.

Il supporto tecnico per la progettazione e la sperimentazione dell'elicottero è opera di **Hypertec-Solution Srl**.

Di seguito sono presentate le strumentazioni COTS, utilizzate per i test, fornite da **imc-Italy** (una divisione di *Instrumentation Devices Srl*).



## Test dell'elicottero

Durante i test dell'elicottero l'obiettivo dei tecnici di CURTI è stato quello di effettuare diversi tipi di misurazioni tramite sensori analogici: *forza, temperatura, vibrazioni, pressioni, etc.*

Alcuni sensori sono inseriti su organi in movimento. Oltre alle acquisizioni da sensori analogici, si è eseguita l'acquisizione di specifici parametri digitali provenienti da centraline elettroniche e da altri sistemi integrati nel velivolo (*motori endotermici, avioniche, etc.*).

Al di là dei sensori veri e propri, si è reso necessario il reperimento di dispositivi in grado di:

- effettuare telemetria;
- condizionare e acquisire segnali di misura;
- acquisire, tramite protocolli seriali standard, parametri da centraline elettroniche;
- eseguire calcoli matematici in real-time sui dati di misura e il data-logging, sia dei parametri acquisiti che di quelli calcolati;
- monitorare in real-time le fasi di test.

Di seguito sono brevemente descritti i dispositivi forniti da imc-Italy, che hanno permesso di ottemperare ai precedenti requisiti di massima.

## Sistema di acquisizione

La piattaforma prescelta come strumento per il condizionamento, l'acquisizione ad alta frequenza e il data-logging dei segnali provenienti dai sensori installati sull'elicottero e dai sistemi di bordo, è imc **CRONOScompact 400-11**, prodotto da imc Meßsysteme GmbH.

I software che accompagnano questo dispositivo consentono anche operazioni matematiche in tempo reale e la visualizzazione on-line dei dati acquisiti, oltre che al normale post-processing.



## Sistema di telemetria

Sulle pale dell'elicottero sono stati applicati degli estensimetri, in configurazione a ponte di Wheatstone, per eseguire delle misure di forza.

Essendo il rotore in rotazione rispetto al resto dell'elicottero, per acquisire questi segnali, si è fatto uso del sistema di telemisura CTP8-Rotate prodotto dall'azienda tedesca KMT Kraus Messtechnik GmbH.



## Misure di vibrazione

Le vibrazioni in alcuni punti della struttura dell'elicottero sono state rilevate impiegando degli accelerometri.

Per questa applicazione si è deciso di utilizzare degli accelerometri triassiali di tipo MEMS, modello SDI 2476-50, prodotti dall'azienda Silicon Designs Inc.



## Visualizzazione Real-Time dei dati

Attraverso il Display Grafico imc, installato sul cockpit, è stato possibile visualizzare in tempo reale i dati di misura. Questo ha consentito, a chi a bordo elicottero, di monitorare i parametri di misura direttamente durante le prove.



## Dettagli della strumentazione impiegata

**imc CRONOScompact** è un sistema di acquisizione modulare, configurabile con da 4 a 128 canali analogici per diversi tipi di sensori di misura; dispone di campionamento fino 400kS/s/canale e conversione A/D a 24/16-bit.

Supporta anche l'acquisizione sincrona di segnali digitali (*linee di evento, segnali on/off, segnali tachimetrici, encoder incrementali*), di parametri da bus digitali e di posizione GPS.



imc CRONOScompact opera in modo stand-alone, con elaborazione autonoma in tempo reale dei dati acquisiti, tramite **imc Online FAMOS**, per calcolare, dei parametri derivati.

Il salvataggio, sia dei dati grezzi che di quelli derivati, avviene su supporti di memoria interni o su moduli CF removibili.

Nella modalità stand-alone, può essere abbinato ad un display grafico che consente la visualizzazione in tempo reale di tutti i parametri acquisiti e calcolati. imc CRONOScompact può anche operare collegato a PC o ad una rete di PC, per la visualizzazione grafica e numerica on-line di tutti i parametri di prova e per lo storage on-line dei dati su PC o Server.

**imc Online FAMOS**, grazie ai **DSP integrati nei dispositivi di acquisizione** di imc, e senza l'utilizzo di un PC, consente di ricavare in tempo reale dei parametri derivati dai canali acquisiti. Sono disponibili **più di 150 funzioni** liberamente combinabili tra loro ed è possibile eseguire calcoli matematici sincronizzati su centinaia di dati "live", provenienti dai canali di acquisizione.

**imc STUDIO** è un ambiente software modulare, integrato e flessibile, utilizzabile con una qualsiasi piattaforma di acquisizione e misura di imc. Oltre al set-up del dispositivo hardware, consente di acquisire, processare e visualizzare in tempo reale qualsiasi combinazione di segnali analogici e dati digitali, in prove che durano un solo secondo o un intero anno.

È possibile definire delle procedure guidate di misura, in modo interattivo con l'operatore, oppure completamente automatiche e creare dei pannelli di visualizzazione personalizzati.

In combinazione con il software **imc FAMOS**, è

possibile automatizzare i processi di analisi dati e di generazione dei report di prova.

**imc FAMOS** è un potente pacchetto di analisi dei dati di misura e di documentazione dei risultati. Include centinaia di funzioni di analisi e svariate tipologie di presentazione grafica / numerica. Per realizzare un'operazione di calcolo è sufficiente digitare in modo esplicito la corrispondente espressione matematica, ad esempio:  
Nuovo Parametro = Parametro A + Parametro B  
Il risultato è un nuovo parametro virtuale che può essere visualizzato o ulteriormente elaborato. Vari algoritmi di analisi possono essere organizzati in sequenze automatiche di elaborazione, fino all'impaginazione dei report, grafici e testuali, di prova.

**CTP8-Rotate** è un sistema telemetrico, progettato per essere installato su organi rotanti, cerchi ruota e rotori di elicotteri. Fino a 8 canali di misura per sensori estensimetrici in configurazione a ¼, ½ e ponte intero, trasduttori ICP/IEPE e

potenziometrici, termocoppie e segnali in tensione. Offre una banda passanti di 12 kHz per canale con risoluzione A/D di 16 bit. Sono disponibili versioni fino a 32 canali.



**SDI 2476** è un robusto accelerometro tri-assiale di tipo capacitivo micro-machined; realizzato in un piccolo contenitore di alluminio e completo di elettronica incorporata.

Richiede un'alimentazione, anche non regolata, tra 8 e 32 VDC e dispone di uscita analogica in tensione a basso rumore, proporzionale all'accelerazione misurata.

È disponibile nei seguenti campi di misura: ± 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 g fondo scala, con risposta in frequenza dalla DC fino a 2 kHz.

Può operare con temperature comprese tra -55°C e +125°C.



## Ulteriori informazioni

Da oltre 25 anni, imc Meßsysteme GmbH sviluppa, produce e vende, hardware e soluzioni software, a livello mondiale nel campo della tecnologia di misura di parametri fisici.

Le applicazioni sono su veicoli, banchi prova, macchinari e nel monitoraggio di impianti di produzione.

I sistemi imc sono reputati produttivi, facili da utilizzare e redditizi. Quando richiesto, nella ricerca, sviluppo, nella sperimentazione o nel commissioning, imc offre soluzioni specifiche "chiavi in mano" oppure soluzioni standard, complete di software applicativo.

Le soluzioni di imc sono adatte nella meccanica e nella mecatronica e offrono bande di acquisizione fino a 100 kHz per canale, per la maggior parte dei sensori per la misura delle più diffuse grandezze fisiche, quali: pressione, forza, coppia, velocità, spostamento, accelerazione, vibrazioni, rumore, temperatura, tensione e corrente.

Lo gamma di prodotti e servizi di misura di imc spazia dalla semplice registrazione di dati, tramite l'applicazione di calcoli in tempo reale, fino all'integrazione di modelli di simulazione e alla completa automazione di banchi prova.

Fondata nel 1988 e con sede a Berlino, imc Meßsysteme GmbH impiega circa 160 dipendenti che lavorano continuamente per sviluppare ulteriormente il già ampio portafoglio di soluzioni. imc è presente a livello mondiale con oltre 25 aziende partner specializzate nella distribuzione e supporto locale delle sue soluzioni.

### imc Meßsysteme GmbH

Voltastr. 5 13355 Berlin, Germany  
Telephone: +49 (0)30-46 7090-0  
Fax: +49 (0)30-46 31 576  
hotline@imc-berlin.de  
www.imc-berlin.com

## Condizioni d'uso

Questo documento è protetto da copyright. Tutti i diritti di questa pubblicazione sono riservati.

Senza permesso, questo documento non può essere modificato o alterato in alcun modo.

La pubblicazione e la riproduzione di questo documento è espressamente consentita.

Se pubblicato, chiediamo che il nome dell'azienda e un link alla home page [www.imc-italy.com](http://www.imc-italy.com) siano inclusi.

Nonostante un'accurata preparazione del contenuto, questo documento può contenere errori.

Se notate informazioni non corrette, Vi chiediamo di informarci a [info@imc-italy.com](mailto:info@imc-italy.com).

Ogni responsabilità per l'accuratezza delle informazioni è esclusa.

### imc-Italy è una divisione di Instrumentation Devices Srl.

Fondata nel 1991, è il partner italiano di imc Meßsysteme fin dal 1993.

Opera nei settori della ricerca e sviluppo, sperimentazione e monitoraggio scientifico, civile e industriale nell'automotive, ferroviario, aerospaziale, navale, produzione di energia, strutturale ...

Via Acquanera 29 - 22100 Como - Italia  
Telefono +39.031.525.391 - Fax. +39.031.507.984  
[info@imc-italy.com](mailto:info@imc-italy.com) - [www.imc-italy.com](http://www.imc-italy.com)

**CURTI Costruzioni Meccaniche Spa**, grazie alle sue forti competenze nel settore della meccanica, da oltre 60 anni, produce macchine automatiche e sotto-assiemi complessi per diverse applicazioni industriali.

Oggi l'offerta di valore della società si articola in diverse divisioni, tutte orientate alla ricerca ed innovazione in settori ad alto coefficiente tecnologico.

**CURTI Aerospace**, da oltre 40 anni, realizza componenti meccanici per l'industria della difesa e dell'aeronautica, supportando il cliente nella gestione dell'intero ciclo produttivo, dall'acquisizione della materia prima fino ai controlli di qualità e alle prove non distruttive.

La divisione vanta una consolidata esperienza nella progettazione e realizzazione di attrezzature per la produzione di parti e assiemi per elicotteri, aerei addestratori e mezzi per il trasporto truppe.

Via Emilia Ponente, 750  
Castel Bolognese - 48014 - Ravenna - Italia  
Telefono: +39 0546 655911 - Fax: +39 0546 655904  
[info@curti.com](mailto:info@curti.com) - [www.curti.com](http://www.curti.com)