

----- **Scheda di sub-task** -----

**TS1.2**

**Controllo e monitoraggio di impianti industriali  
basato su misure vibro-acustiche con fotogrammetria**

WP S - Sostenibilità dei processi produttivi

TS1 - Produzione sostenibile

---

*Contribuisce al raggiungimento dei seguenti obiettivi:*

**Agenda ONU 2030**



**Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza**



Missioni e componenti PNRR:  
M1c2, M4c2

Il progetto multidisciplinare proposto riguarda i sistemi di monitoraggio e controllo basati su analisi vibro-acustiche, e riguarda la sostenibilità dei processi produttivi e l'integrazione di nuove tecnologie per migliorare le condizioni di lavoro, creare nuovi modelli di sviluppo e aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti (Industria 4.0 e oltre).

La peculiarità della proposta sta nel fatto che il metodo di misura delle vibrazioni e della radiazione acustica viene realizzato con sistemi video; in modo specifico con due o più telecamere che sfruttano triangolazioni geometriche per ricostruire le vibrazioni di oggetti ed anche la loro radiazione acustica. L'interesse per le tecniche ottiche ha ricevuto una crescente attenzione nella letteratura, poiché, grazie ai recenti progressi nell'hardware ottico e nella potenza di calcolo, consentono misurazioni delle vibrazioni accurate e senza contatto.

Il motivo di questa scelta particolarmente innovativa deriva dal fatto che i sistemi classici di misura delle vibrazioni e del rumore richiedono sensori (accelerometri/celle di carico/strain gauges/piastre piezoelettriche oppure microfoni/sonde intensimetriche/telecamere acustiche con array di microfoni) che permettono solo misure ubiqua e localizzate. Quindi per ricostruire il campo delle vibrazioni e della radiazione acustica globale si rende necessario l'utilizzo di molti sensori spesso da installare in posizioni poco accessibili. Inoltre, le misure acustiche sono fortemente influenzate dal rumore ambientale che in impianti industriali è normalmente preponderante. L'approccio proposto in questo progetto riduce sensibilmente questi problemi. Infatti le telecamere possono essere installate in posizioni remote dall'impianto o dal prodotto in fabbricazione. Inoltre, le immagini acquisite permettono di ricostruire in tempo reale, l'intero campo delle vibrazioni e della radiazione acustica.

Un ulteriore elemento innovativo del progetto, che a conoscenza dei proponenti non è stato ancora analizzato in letteratura, riguarda l'utilizzo di sensori ottici di nuova concezione, le cosiddette "Event Cameras." Le telecamere per eventi sono sensori, ispirati alle modalità della visione biofisica degli esseri viventi, che differiscono dalle telecamere convenzionali: invece di acquisire immagini a una velocità fissa, misurano in modo asincrono i cambiamenti di luminosità dei pixel e generano un flusso di eventi che codificano il tempo, la posizione e il segno dei cambiamenti di luminosità. Le telecamere per eventi offrono proprietà interessanti rispetto alle telecamere tradizionali: alta risoluzione temporale (nell'ordine dei microsecondi), basso consumo energetico e velocità di acquisizione che riduce l'effetto di sfocamento dovuto al movimento. L'utilizzo di queste telecamere è particolarmente utile in ambito acustico, in cui le frequenze di interesse sono dell'ordine dei KHz e richiederebbero, per una corretta acquisizione, l'utilizzo di costose telecamere ad alta velocità.

Presso il DPIA è presente un laboratorio attrezzato per la misura e il controllo delle vibrazioni in campo acustico con metodi classici basati sull'utilizzo di sensori puntuali e vibrometri. In particolare, il laboratorio è dotato di un vibrometro laser e di adeguata strumentazione per la misura acustica classica, quali shaker, analizzatori di spettro, celle di carico, accelerometri, sonde intensimetriche, array di microfoni, e sistemi per il condizionamento dei segnali. L'utilizzo della strumentazione già esistente permetterà la validazione del sistema proposto e il confronto con tecniche consolidate.

I proponenti hanno una consolidata esperienza negli ambiti multidisciplinari richiesti dal progetto. In particolare, gli aspetti geometrici e fisici della misura di vibrazioni e radiazione acustica saranno seguiti dal Prof. P. Gardonio. Il Prof. A. Fusiello si occuperà in modo particolare delle tecniche e dei dispositivi video per l'acquisizione di immagini. Il Prof. Rinaldo si occuperà dello sviluppo di algoritmi specifici per l'elaborazione delle immagini. L'attività del Prof. Bernardini si focalizzerà in particolare sull'elaborazione dei segnali e sul progetto del software.