

## TERMOGRAFIA E CAMPI D'IMPIEGO

La termografia sfrutta la capacità di alcuni dispositivi di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico, cioè una regione dell'infrarosso. In particolare, la lunghezza d'onda corrispondente alla temperatura di oggetti a temperatura ambiente corrisponde a circa 10 micron. Nell'approssimazione che un corpo reale sia un perfetto corpo nero, cioè un perfetto emettitore di radiazione, è quindi possibile dedurre la sua temperatura dalla misura della radiazione emessa.

Con il termine termografia si intende la visualizzazione bidimensionale della misura di irraggiamento. Attraverso l'utilizzo di una termocamera (strumento per eseguire controlli di tipo termografico) si eseguono controlli non distruttivi e non intrusivi. Le termocamere rilevano le radiazioni nel campo dell'infrarosso dello spettro elettromagnetico e compiono misure correlate con l'emissione di queste radiazioni.

Questo strumento è in grado di rilevare le temperature dei corpi analizzati attraverso la misurazione dell'intensità di radiazione infrarossa emessa dal corpo in esame. Tutti gli oggetti ad una temperatura superiore allo zero assoluto emettono radiazioni nel campo dell'infrarosso. Questa relazione è numericamente quantificabile grazie alla Legge di Planck.

La termografia riveste un ruolo essenziale nelle indagini non distruttive.

### Le caratteristiche dello strumento

La termocamera (anche detta videocamera termografica) è una particolare videocamera, sensibile alla radiazione infrarossa, capace di ottenere immagini o riprese termografiche.

A partire dalla radiazione rilevata si ottengono dunque delle mappe di temperatura delle superfici esposte spesso utilizzate a fini scientifici o anche militari. Le termocamere si dividono in radiometriche e non radiometriche. Le prime consentono di misurare il valore di temperatura assoluto di ogni punto dell'immagine. L'immagine, infatti, è costruita su una matrice di un certo numero di pixel per un certo numero di righe. L'elettronica dello strumento "legge" velocemente il valore di energia immagazzinata da ogni singolo pixel e genera un'immagine, in bianco e nero o in falsi colori, dell'oggetto osservato.

Il tipo di sensore influenza direttamente tutte le caratteristiche della termocamera. Per applicazioni comuni è attualmente utilizzato un sensore di tipo microbolometrico a matrice piana, esistono sensori a maggiori prestazioni a matrice singola (scansione meccanica) o a matrice di punti. I sensori possono essere sia non raffreddati che raffreddati (in genere con celle peltier o pompa stirling). I sensori raffreddati sono utilizzati per applicazioni di ricerca e sviluppo e hanno sensibilità termica superiore rispetto ai microbolometri non raffreddati. Il materiale costituente il sensore influenza la sensibilità termica della termocamera, i sensori più comuni sono o in silicio amorfo o in ossido di vanadio, quest'ultimo ha una migliore qualità rispetto al silicio amorfo (che ha anche un tempo di vita medio più basso).

Il campo spettrale si divide in:

- Vir - infrarosso vicino al visibile, non termometrico utilizzato per fotografia IR e riflettografia;
- SW - infrarosso onda corta, adatto a misure di temperature elevate;
- MW - infrarosso medio, utilizzato di norma come confronto per altre frequenze per l'identificazione oggetti o gas;
- LW - infrarosso lontano, la banda più comunemente utilizzata adatta alle misure vicine alle temperature ambientali utilizzata in tutte le applicazioni terrestri;
- Xlw - infrarosso verso microonde; adatta per l'osservazione di temperature inferiori a 250 K, utilizzata per osservazioni astronomiche.

I sistemi di rilevamento temperatura all'infrarosso lavorano tra 2 e 15  $\mu\text{m}$  perché in questa area l'atmosfera è trasparente ai raggi infrarossi. Con eccezione delle lunghezze d'onda da 6 a 8  $\mu\text{m}$  dove viene parzialmente assorbita dal vapore acqueo. Il sensore Testo è tra 8 e 14  $\mu\text{m}$ . Come per le macchine fotografiche digitali, la risoluzione geometrica della termocamera influenza la qualità dell'informazione acquisita. Esistono termocamere per le seguenti risoluzioni:

- 4 x 4 pixel adatte a sostituire un pirometro ottico;
- da 120x140 a 160x160 pixel - termocamere adatte a misure indicative nella manutenzione predittiva;
- da 240x240 a 324x324 pixel - termocamere per manutenzione e la maggior parte delle applicazioni;
- da 500x500 e superiori - termocamere alta risoluzione.

A seconda delle applicazioni sono disponibili termocamere con caratteristiche differenti:

- inferiore a 33 Hz - termocamere in grado di analizzare fenomeni statici non adatte a misurazioni in ambito di manutenzione meccanica o con organi rotanti in movimento;
- da 33 Hz a 60 Hz - termocamere per analisi di eventi brevi e rapidi;
- da 60 Hz a 2 kHz - termocamere per analisi particolari, analisi strutture.

La frequenza di acquisizione è un parametro fondamentale nell'utilizzo della termocamera, se si cerca di misurare la temperatura di un oggetto in movimento (o ugualmente l'operatore muove lo strumento durante la misurazione) e lo strumento non ha una frequenza di acquisizione sufficiente, si ha un fenomeno di "smearing" sull'immagine che impedisce di avere una misura di temperatura accurata. A parità di costo sono sicuramente più convenienti le termocamere con frequenza di acquisizione uguale o superiore ai 60 Hz, perché ricoprono una maggior parte di applicazioni.

Con le termocamere è possibile misurare la temperatura in ogni singolo punto dell'immagine, ma bisogna inserire nello strumento (o nei software di elaborazione in post processing) due parametri, emissività e temperatura ambiente (o riflessa) che permettono di ottenere la temperatura corretta.

Alcune termocamere incorporano molte funzionalità per facilitare l'uso dello strumento in ambienti industriali e civili: possibilità di memorizzare commenti di testo, commenti vocali, fotografie nello spettro del visibile.

## **Le applicazioni della termografia**

La termografia viene utilizzata nell'industria, nell'edilizia, in elettronica e in architettura.

**Nel campo dell'edilizia la termografia è ideale per determinare dispersioni di calore all'esterno di un edificio.**

In ambito industriale la termografia si rivela molto comoda per la prevenzione di fastidiosi e costosissimi fermi macchina dei macchinari di produzione.

La termografia permette di stabilire la correttezza degli standard costruttivi o la conformità a specifiche.

In ambito elettronico, una ripresa termografica, permette di individuare eventuali punti caldi di un circuito elettrico stampato.

Nel campo dei beni culturali, la termografia permette: il rilevamento dell'umidità nelle murature, l'individuazione di distacchi su affreschi, mosaici ed intonaci, lo studio compositivo di murature antiche e moderne, nonché il rilievo delle superfici maggiormente a rischio per fattori microclimatici.

In ambito certificazione energetica l'analisi di immagini di termocamere specializzate all'infrarosso mostrano le differenze della temperatura superficiale di un oggetto: dove c'è una maggiore

temperatura superficiale, c'è una perdita di energia. Usando una termocamera, il certificatore può trovare perdite non visibili ad occhio nudo e non considerate nelle ipotesi standard.

La termovisione quale mezzo di diagnosi non distruttiva presenta un vasto campo di applicazioni nella diagnostica dell'architettura, dal rilevamento dell'umidità alla scoperta di elementi architettonici nascosti, dall'individuazione di distacchi negli intonaci, fino all'individuazione strutturale dell'edificio. La termografia all'infrarosso, applicata a superfici murarie, consente, ad esempio, di evidenziare strutture architettoniche nascoste nella muratura e successivamente tamponate.

La termografia ad infrarossi viene spesso impiegata per ridurre notevolmente le spese, dovute a svariate problematiche di degrado dell'interno e dell'esterno degli edifici. La capacità di identificare la causa dei difetti imputabili ad una costruzione scadente o ad un'anomalia, formatasi nel tempo per colpa di un'errata messa in opera o pessima conduzione dei lavori, può assumere un ruolo importante nell'incremento dell'efficienza in termini di risparmio energetico e soprattutto economico.

Un controllo ad infrarossi dedicato all'impianto elettrico consente di identificare le anomalie causate dall'azione tra corrente e resistenza. La presenza di un punto caldo all'interno di un circuito elettrico è dovuta di solito ad un collegamento corroso, ossidato oppure allentato, o, ancora, al malfunzionamento del componente in questione.

I tipici componenti da sottoporre ad un controllo ad infrarossi sono linee elettriche aeree, sottostazioni, trasformatori, unità tristori, dispositivi di apertura dei circuiti, interruttori, fusibili, disgiuntori, motori e unità di controllo motori.

Al fine di ottenere da un'ispezione termografica i risultati più soddisfacenti è di solito consigliabile analizzare i sistemi elettrici quando il carico supera il 40 % e dopo che l'impianto è stato sotto carico per almeno un'ora.

La tecnica delle indagini termografiche trovano spazio e applicabilità anche nel settore dell'agricoltura, fornendo un notevole numero di dati qualitativi e quantitativi sulle coltivazioni, portando all'avanguardia il sistema di controllo delle piantagioni, di conseguenza, permettere una vera e propria prevenzione sulle colture.

Una delle ultime applicazioni dell'infrarosso termico, che stanno trovando sempre più campo tra gli agricoltori professionisti, è la valutazione della corretta irrigazione di vasti campi agricoli e stabilire così l'efficacia degli impianti di irrigazione evitando stress alle colture dovuto alla cattiva irrigazione del terreno.

Il monitoraggio dei rifiuti è un campo di applicazione dove la termografia muove i primi passi concreti da poco tempo. Grazie immagini termiche rilevate dalla termocamera è possibile individuare zone di calore formatosi in materiali a causa, ad esempio, di mozziconi di sigarette o ceneri. La termografia può anche identificare aree in cui il calore sviluppatosi è dovuto alla fermentazione locale e/o alla reazione di vari elementi chimici presenti nei rifiuti, e consente altresì di individuare le scintille provocate dal contatto tra metalli e materiali infiammabili.