



TERMOCAMERA RAFFREDDATA O NON RAFFREDDATA? Tecnologie a confronto

Da anni le termocamere sono utilizzate da scienziati e ricercatori in numerosi ambiti, dalla ricerca e sviluppo industriale alla ricerca universitaria e accademica, dai test non distruttivi e dagli studi sui materiali alla difesa e alla ricerca aerospaziale. Tuttavia, le termocamere non sono tutte uguali e, per alcune applicazioni, sono necessarie termocamere dotate di elevata velocità di acquisizione e gestione del tempo d'integrazione per ottenere misure accurate.

Le termocamere per applicazioni scientifiche/R&D sono strumenti potenti e non invasivi. Con una termocamera è possibile individuare errori progettuali e comportamenti inattesi in una fase precoce del ciclo di sviluppo, documentarli e correggerli prima che diventino più gravi e costosi da riparare in fase avanzata.

LA TERMOGRAFIA NEL SETTORE R&D

Le termocamere convertono la radiazione termica che non è rilevabile dall'occhio umano, in un'immagine visiva che rappresenta le variazioni termiche, la distribuzione del calore di un oggetto o di una scena. L'energia termica che interessa una parte dello spettro elettromagnetico, viene emessa da tutti gli oggetti a temperatura sopra lo zero assoluto, e la quantità di radiazione aumenta con la temperatura.

Le termocamere FLIR sono utilizzate per l'acquisizione e la registrazione della distribuzione e delle variazioni termiche

in tempo reale, offrendo a ingegneri e ricercatori gli strumenti per visualizzare e misurare con accuratezza profili termici, le dissipazioni, le perdite e altri fattori legati alla temperatura di apparecchiature, prodotti e processi. Alcuni modelli possono distinguere variazioni di temperatura fino a 0,02 °C. Utilizzando la tecnologia più avanzata per i detector ed algoritmi matematici avanzati, si ottengono prestazioni elevate e misurazioni precise da -80 °C e +3000 °C. La gamma di modelli R&D offre immagini di altissima qualità e misurazioni di temperatura precise, abbinate a potenti strumenti e software per l'analisi e la reportistica. Questa combinazione le rende ideali per un'ampia gamma di applicazioni nella ricerca, nei test termici e nel controllo qualità.

TERMOCAMERE RAFFREDDATE E NON RAFFREDDATE

La proposta di termocamere per applicazioni scientifiche e di ricerca e sviluppo è molto

Le termocamere con sensore raffreddato producono immagini termiche nitide di eventi in rapido movimento.



La FLIR A6700sc è una termocamera compatta, con sensore InSb raffreddato ad un prezzo estremamente interessante.



La termocamera FLIR T650sc non raffreddata con risoluzione elevata consente di ottenere risultati precisi e misurazioni di temperatura accurate e affidabili.

ampia. Un quesito importante è: "Occorre usare una termocamera raffreddata o non raffreddata, e qual è il sistema più conveniente?" Sono infatti disponibili due categorie di termocamere: a sensore raffreddato e non raffreddato. Poiché i costi della componentistica tra queste due classi di sistemi possono differire notevolmente, è fondamentale conoscerne le differenze.

TERMOCAMERE RAFFREDDATE

Una termocamera raffreddata moderna ha un sensore integrato con un cryocooler,

un dispositivo che abbassa la temperatura del sensore a temperature criogeniche. Il raffreddamento del sensore è necessario per ridurre il rumore termico a un livello inferiore a quello del segnale proveniente dall'inquadratura. Nei cryocooler sono presenti parti in movimento con tolleranze meccaniche molto piccole soggette a usura, e l'elio, che nel tempo fuoriesce dalle guarnizioni.

Le termocamere raffreddate sono i modelli più sensibili, in grado di rilevare le più piccole differenze di temperatura fra gli oggetti. Sono disponibili in versioni nello spettro delle onde medie dell'infrarosso (MWIR) o nello spettro delle onde lunghe dell'infrarosso (LWIR), dove il contrasto termico è elevato secondo la fisica del corpo nero. Il contrasto termico è la variazione del segnale in conseguenza di un cambiamento di temperatura del target. Maggiore è il contrasto termico più facile è rilevare gli oggetti rispetto ad uno sfondo che può essere non molto diverso in temperatura rispetto al target.

TERMOCAMERE NON RAFFREDDATE

In una termocamera non raffreddata il sensore immagine non necessita di raffreddamento criogenico. In questo caso il sensore è basato su un microbolometro, una minuscola resistenza di ossido di vanadio con un coefficiente di temperatura elevato su un elemento di silicio con ampia superficie, bassa capacità termica e buon isolamento termico. I cambiamenti di temperatura nell'inquadratura causano cambiamenti nella temperatura del bolometro, che vengono convertiti in segnali elettrici e trasformati in un'immagine. I sensori non raffreddati funzionano nella banda dell'infrarosso a onde lunghe (LWIR) in cui, gli oggetti sulla Terra, emettono gran parte della loro energia infrarossa. Le termocamere non raffreddate sono generalmente molto meno costose delle termocamere raffreddate. La

produzione dei sensori non raffreddati è più rapida e con rese più elevate rispetto ai sensori raffreddati, richiedono un packaging sottovuoto meno costoso, inoltre, le termocamere non raffreddate non richiedono costosi cryocooler. Le termocamere non raffreddate hanno meno parti in movimento e tendono ad assicurare una durata molto più lunga rispetto alle termocamere raffreddate, a parità di condizioni operative.

TERMOCAMERE RAFFREDDATE PER APPLICAZIONI R&D

I vantaggi delle termocamere non raffreddate fanno sorgere l'interrogativo: Quando è meglio utilizzare una termocamera raffreddata per le applicazioni scientifiche/R&D? La risposta è: dipende dai requisiti applicativi.

Se dovete apprezzare le più piccole differenze di temperatura o avete bisogno della migliore qualità immagine, se dovete osservare oggetti in movimento o misurare la temperatura di un oggetto molto piccolo, se volete effettuare analisi termica in una parte molto specifica dello spettro elettromagnetico, o se volete sincronizzare la termocamera con altri strumenti di misura, allora lo strumento da preferire è una termocamera raffreddata.

VELOCITÀ

Le termocamere raffreddate hanno una velocità di acquisizione nettamente superiore rispetto alle termocamere non raffreddate. Una termocamera ad alta velocità offre tempi di esposizione dell'ordine di microsecondi, ed è in grado di catturare eventi dinamici a frame rate superiori a 62.000 fotogrammi al secondo. Le applicazioni includono, ad esempio, l'analisi termica e dinamica delle pale di motori a turbina, ispezione di pneumatici o airbag, proiettili supersonici, ed esplosioni.

Figura 1

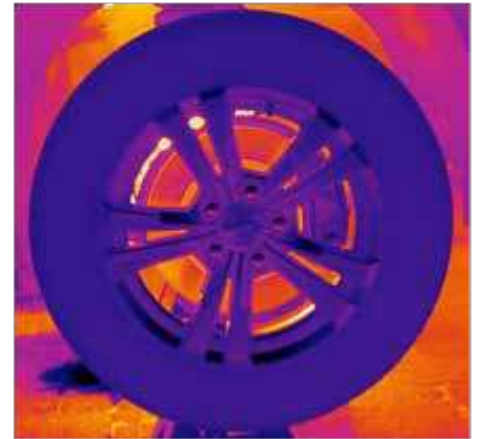


Immagine di pneumatico in rotazione con una termocamera raffreddata

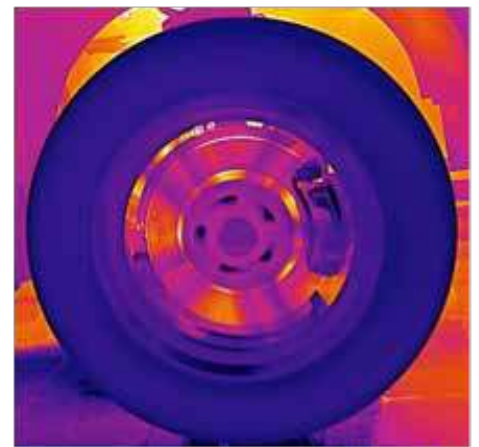


Immagine di pneumatico in rotazione con una termocamera non raffreddata

Le termocamere raffreddate hanno tempi di risposta molto rapidi e fanno uso di un otturatore totale, sono quindi in grado di leggere tutti i pixel contemporaneamente, piuttosto che linea per linea, come avviene per le termocamere non raffreddate. In questo modo, le termocamere raffreddate, effettuano misurazioni su oggetti in movimento con immagini nitide e non sfocate.

Le immagini IR nella figura 1 confrontano le immagini IR di un pneumatico che ruota

Figura 2

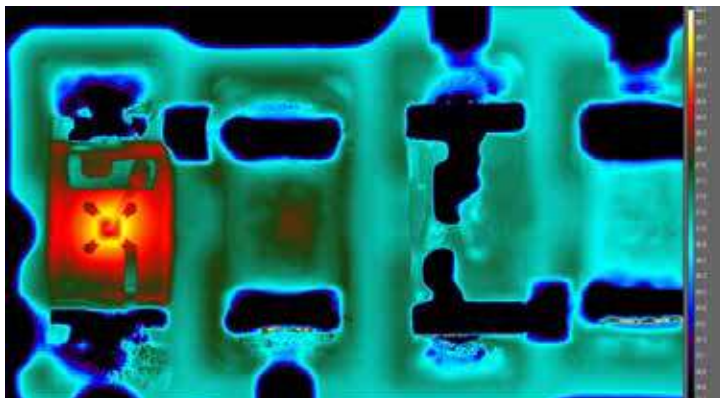


Immagine di una scheda elettronica con una termocamera raffreddata

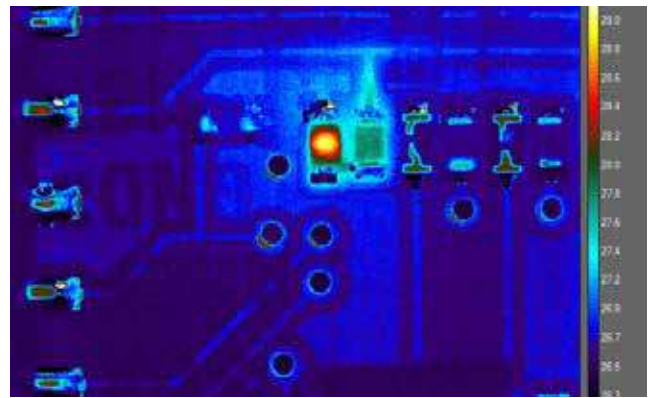


Immagine di una scheda elettronica con una termocamera non raffreddata

a 32 km/h. L'immagine superiore è stata acquisita con una termocamera raffreddata. Il pneumatico sembra fermo, ma solo per effetto della velocità di acquisizione molto elevata della termocamera raffreddata. La velocità di cattura di una termocamera non raffreddata è semplicemente troppo bassa per analizzare il pneumatico in movimento, infatti i raggi delle ruote appaiono trasparenti e sfocati (vedi immagine in basso) e non è possibile effettuare in questo caso una buona misura di temperatura.

RISOLUZIONE SPAZIALE

Per la loro sensibilità nelle lunghezze d'onda più corte, le termocamere raffreddate hanno normalmente una maggiore capacità di ingrandimento rispetto alle versioni non raffreddate. Dal momento che le termocamere raffreddate hanno caratteristiche di sensibilità migliori, è possibile utilizzare obiettivi con più elementi ottici o elementi più spessi senza degradare il rapporto segnale/rumore, ciò consente di ottenere una migliore qualità dell'ingrandimento.

Le immagini termiche in figura 2 confrontano gli ingrandimenti macro migliori ottenibili con una termocamera raffreddata e una

non raffreddata. L'immagine a sinistra, scattata con un obiettivo macro 4x e una termocamera raffreddata con pitch 15 μm , ha una spot size di 3,5 μm . L'immagine a destra, scattata con un obiettivo macro 1x e un sensore non raffreddato con pitch 25 μm , ha una spot size di 25 μm .

SENSIBILITÀ

Spesso è difficile apprezzare pienamente il valore offerto dalla maggiore sensibilità delle termocamere raffreddate. Come fare per apprezzare il vantaggio della sensibilità 20 mK di una termocamera raffreddata rispetto alla sensibilità 50 mK di un modello non raffreddato? Per illustrare questo vantaggio abbiamo svolto un rapido esperimento sulla sensibilità (vedere figura 3). Per questo confronto abbiamo poggato per alcuni secondi la mano su una parete, per creare un'impronta termica. Le prime due immagini mostrano l'impronta immediatamente dopo aver tolto la mano mentre, la seconda serie di immagini, mostra la segnatura termica dell'impronta dopo due minuti. La termocamera raffreddata può ancora distinguere gran parte della segnatura termica dell'impronta, mentre le termocamere non raffreddate ne mostrano solo alcuni residui parziali. La

termocamera raffreddata è chiaramente in grado di rilevare differenze di temperatura più piccole, e più a lungo, rispetto alla termocamera non raffreddata, questo significa che la termocamera raffreddata fornirà un dettaglio migliore utile a rilevare anche la più debole anomalia termica.

FILTRAGGIO SPETTRALE

Uno dei grandi vantaggi delle termocamere raffreddate è la capacità di eseguire facilmente il filtraggio spettrale, per scoprire dettagli ed effettuare misurazioni che sarebbero altrimenti impossibili con le termocamere non raffreddate. Nel primo esempio in figura 4, è stato utilizzato un filtro spettrale, collocato in un portafiltro dietro l'obiettivo o integrato nel gruppo sensore dewar, per poter vedere attraverso la fiamma. Per questa applicazione era necessario misurare e caratterizzare la combustione delle particelle di carbone all'interno di una fiamma. Utilizzando un filtro infrarosso spettrale per "vedere attraverso la fiamma", è stata filtrata la banda di frequenza spettrale in cui la fiamma era trasmissiva e quindi è stato possibile visualizzare la combustione delle particelle di carbone. La prima immagine è senza filtro di fiamma e tutto ciò che

Figura 3

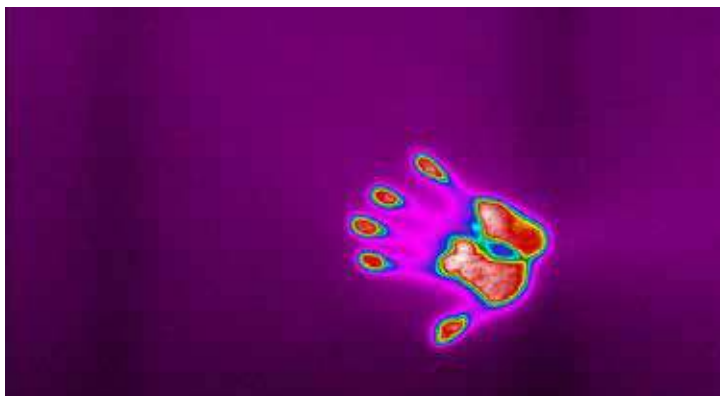


Immagine iniziale dell'impronta di una mano sulla parete, con una termocamera raffreddata

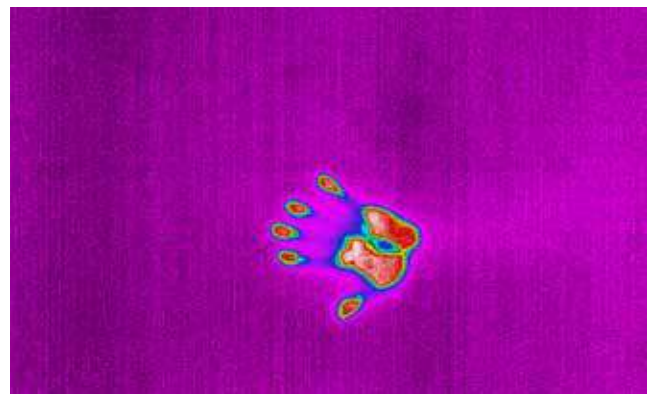


Immagine iniziale dell'impronta di una mano sulla parete, con una termocamera non raffreddata

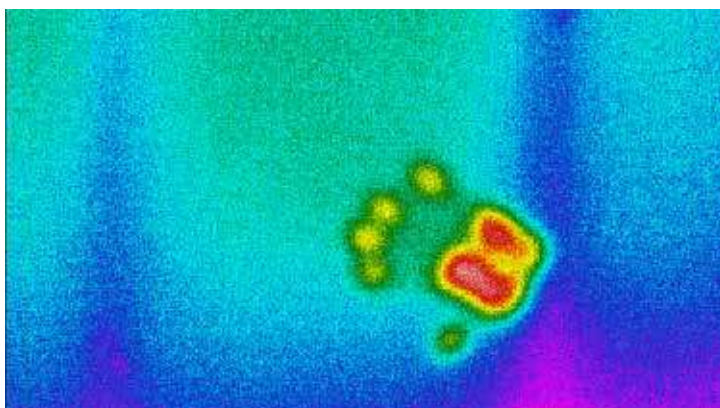


Immagine dell'impronta di una mano sulla parete dopo 2 minuti, con una termocamera raffreddata

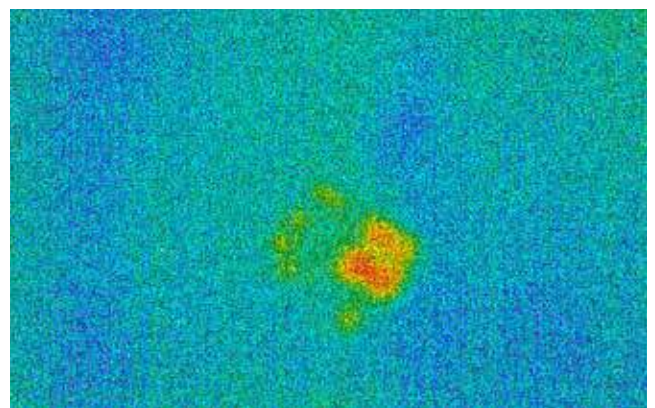


Immagine dell'impronta di una mano sulla parete dopo 2 minuti, con una termocamera non raffreddata

Figura 4

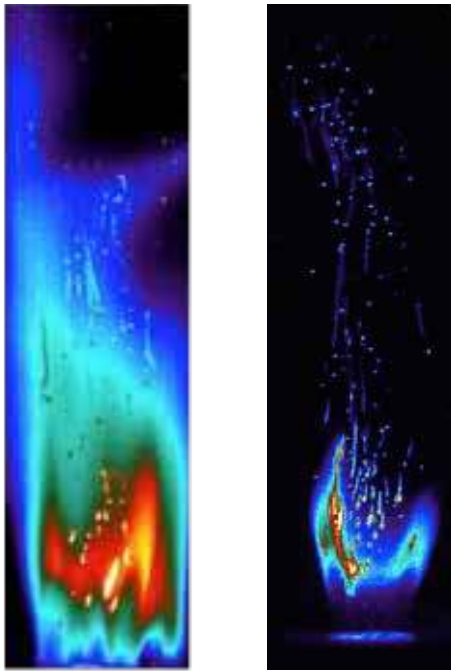


Immagine di una termocamera raffreddata senza filtro di fiamma spettrale

Immagine di una termocamera raffreddata con filtro di fiamma spettrale

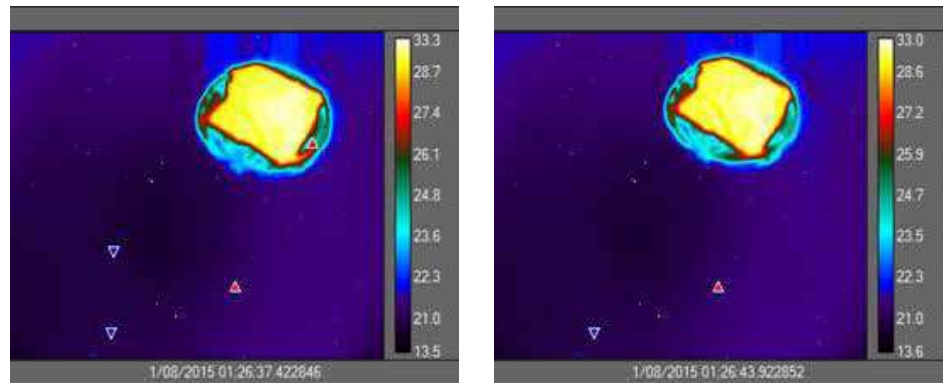
vediamo è la fiamma stessa. La seconda immagine è con filtro di fiamma e possiamo chiaramente vedere la combustione delle particelle di carbone.

SINCRONIZZAZIONE

La precisione delle funzioni di sincronizzazione e trigger rende queste termocamere gli strumenti ideali per applicazioni ad alta velocità e sensibilità. Funzionando in modalità snapshot il modello FLIR A6750sc registra simultaneamente tutti i pixel di una scena termica, questa capacità è particolarmente importante nel monitoraggio di oggetti in rapido movimento dove una termocamera standard con sensore non raffreddato produrrebbe una visione sfocata.

Le immagini in figura 5 ne sono un chiaro esempio. Per questo esperimento abbiamo lasciato cadere una moneta, e la termocamera, attivata da un sensore, ha scattato un'immagine: due cadute della stessa moneta hanno attivato la termocamera nello stesso momento, con l'oggetto sempre nella stessa posizione. Con una termocamera microbolometrica non raffreddata non sarebbe stato neanche possibile riprendere la moneta, a

Figura 5



Due cadute della stessa moneta attiveranno la termocamera nello stesso momento, con l'oggetto sempre nella stessa posizione.

causa dell'incapacità di trigger rapido del bolometro, se anche fosse stato possibile per un colpo di fortuna, l'immagine sarebbe risultata mossa.

TERMOCAMERE FLIR

Le termocamere ad alte prestazioni con sensore raffreddato A6750sc, A8300sc, SC6000, SC7000, SC8000, X6000sc e X8000sc offrono prestazioni ultra-veloci ed ultra-sensibili nelle bande spettrali MWIR e LWIR, mentre il modello FLIR A6250sc opera nella banda spettrale NIR. Queste termocamere offrono capacità di misurazione ottimali anche per fenomeni in rapido movimento, eventi termici rapidi, ampi intervalli di temperatura, fenomeni di piccola ampiezza, analisi multispettrale o microscopica.

FLIR Systems offre anche un'ampia gamma di termocamere non raffreddate da soluzioni entry level per test di laboratorio fino a sistemi di fascia alta come la FLIR T650sc. la disponibilità di obiettivi e software dedicati consentono di personalizzare la termocamera per soddisfare ogni particolare esigenza applicativa. Per sapere esattamente quale modello di termocamera raffreddata o non raffreddata è più adatto alle vostre esigenze, contattate il vostro rappresentante FLIR per applicazioni R&D e Scientifiche.

Per ulteriori informazioni sulle termocamere o su questa applicazione, visitate:

www.flir.com

Le immagini potrebbero non rappresentare la reale risoluzione della termocamera. Le immagini sono solo a scopo illustrativo.