



Sistemi termografici fissi per impieghi industriali

di Valter Pigaiani

Rilevare le situazioni termiche di impianti o parti di esso per capirne la funzionalità e l'affidabilità è sempre stato un problema di vitale importanza per quanto riguarda la qualità, la sicurezza e la sorveglianza.

Le attuali capacità dei sistemi termografici per impieghi da postazione fissa permettono di raggiungere questi scopi operando in modo sicuro e continuo anche in ambienti estremamente ostili.

L'evoluzione della tecnologia termografica si è da sempre indirizzata verso la manutenzione elettrica e meccanica e verso le prove non distruttive sui materiali. In questi settori si sono sviluppate macchine e programmi espressamente dedicati per raggiungere la massima efficienza e affidabilità. Sia le macchine sia i software sono stati sviluppati per operare in ambienti protetti e non ostili e, quasi sempre, prevedono la presenza dell'operatore che interagisce con la macchina sia direttamente sia indirettamente.

Quest'articolo evidenzia, invece, l'applicazione delle termocamere nelle misure in continuo direttamente sull'impianto produttivo nei diversi settori industriali. Per misure in continuo s'intendono quelle eseguite da una postazione fissa con la termocamera posta anche in ambiente esterno o in ambiente ostile, dotandola di adeguate protezioni sia meccaniche sia contro le intemperie. Queste macchine lavorano, di solito, lontane da postazioni presidiate e sono operative 24 ore su 24 per 365 giorni all'anno.

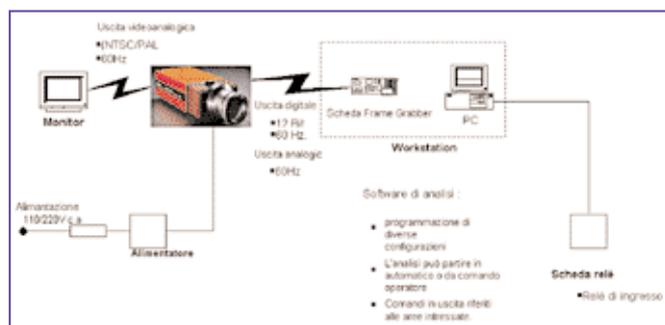
Particolarità dei sistemi fissi

Le specificità operative dei sistemi termografici per installazione fissa debbono assolvere a tre condizioni fondamentali:

- robustezza meccanica;
- affidabilità operativa, in modo da poter lavorare per lunghi periodi senza interruzioni;
- dotazione di un software diagnostico che abbia risposta in tempo reale e che possa eseguire azionamenti sull'impianto.

La robustezza meccanica richiede una custodia di protezione metallica con nervature e supporti antiurto. Il grado di protezione deve essere almeno IP 65 o migliore. In alcune applicazioni, il contenitore deve essere dotato di sistema di raffreddamento con attacco per l'aria (o altro gas) per la pulizia della lente frontale. Nel caso di montaggio all'aperto, la custodia deve essere climatizzata e dotata di cupolino antiraggiamento.

Va ricordato che la termocamera, eventualmente con la custodia di protezione, può essere montata su sistemi di brandeggio au-



Sistema termografico Stinger per il controllo in linea

tomatici per amplificare la visione spaziale della macchina (vedi esempi applicativi).

L'affidabilità operativa richiede l'utilizzo di componenti con alto grado di sicurezza funzionale, anche quando operano in modo continuo e vicino ai limiti delle loro specifiche tecniche.

Questo richiede l'utilizzo di componenti con un MTBF abbastanza lungo (minimo cinque anni) e senza componenti meccanici in movimento. In particolare, per il sensore della termocamera, che è il cuore dello strumento, è consigliabile l'utilizzo del tipo microbolometrico a matrice FPA (Focal Plane Array). Questo sensore ha una sicurezza funzionale estremamente alta, perché è costituito da elementi statici ad alta affidabilità e opera a temperatura ambiente, eliminando il sistema di raffreddamento termoelettrico o con pompa Sterling necessari per il funzionamento di altri sensori.

Il software deve essere estremamente flessibile, per poter gestire il segnale video o digitale proveniente dalla termocamera ed elaborarlo in base alle necessità richieste. Normalmente, le termocamere per impieghi fissi hanno una frequenza operativa di 50/60 Hz e, quindi, riescono a scansionare da 50 a 60 immagini al secondo. Il software deve poter acquisire ogni immagine e verificare se vi sono state variazioni termiche anomale rispetto a quelle volute (anche riferite a ogni singolo pixel). Nel caso di situazioni anomale, deve generare segnali di allarme ed eventualmente interagire con comandi verso l'impianto per annullare le anomalie rilevate.

Il software deve inoltre gestire l'eventuale sistema di brandeggio della termocamera determinando, a ogni istante, l'esatta posizione spaziale in modo da individuare facilmente l'area interessata all'anomalia.

Nel caso di utilizzo di telecamera nel visibile accoppiata alla termocamera, il software deve poter gestire anche l'immagine nel visibile raffrontandola con quella termica.

Esempi applicativi di termocamere fisse

Gli esempi riportati sono derivati da applicazioni già funzionanti e da potenziali applicazioni più o meno sperimentate. In base al-

Valter Pigaiani, consulente Ircon-Thermitalia Srl.





Misure

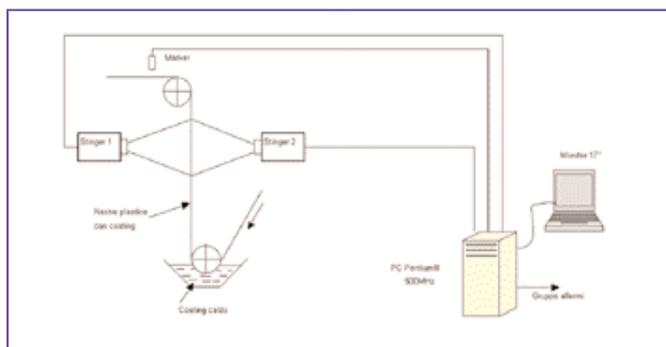


Figura 1 - Controllo in continuo del coating su nastri plastici

le diverse applicazioni le soluzioni adottate si possono dividere in tre grandi categorie.

- **Controllo qualità**

Permette il miglioramento della qualità del prodotto nel caso di applicazione sulla linea di controllo, in modo da ridurre anche gli scarti di produzione.

- **Sicurezza degli impianti**

Permette l'incremento o la totale sicurezza degli impianti nel caso di controllo in continuo di parti critiche come flange, raccordi, refrattari di forni, combustione di materiali in incenerimento e così via.

- **Sorveglianza**

Sorveglianza di aree adibite a stoccaggio di materiali pericolosi (esplosivi, infiammabili, contaminanti ambientali ecc.), prevenzione incendi di aree boschive, prevenzione incendi nelle discariche e altro ancora.

Quelle descritte di seguito sono alcune delle applicazioni che ricadono in questi tre gruppi, ma altre applicazioni sono possibili e fattibili in base alla specificità del problema o dell'impianto.

Controllo qualità

In questa sezione è analizzata l'applicazione della termografia nel controllo qualità in continuo sulla linea produttiva di manufatti. La termocamera è, di solito, montata direttamente in campo ed è uno degli elementi di controllo in linea del prodotto. È collegata direttamente al personal computer che, dotato del software di analisi, ne controlla la qualità comparando la situazione termica del prodotto con la situazione standard precedentemente memorizzata. Lo scopo è quello di rilevare eventuali anomalie o difetti degli elementi sotto controllo durante il loro normale funzionamento.

Questo permette di ridurre drasticamente la difettosità media della produzione, evitando che il prodotto "non in regola" giunga sul mercato. Alcune tipiche applicazioni in questo settore sono riportate di seguito.

Controllo in continuo del "coating" su nastri plastici

Il sistema verifica in continuo il deposito di materiale speciale, spalmato a caldo, su tutta o parte della larghezza del nastro, causando allarme nel caso si verificano mancanze di stesa (Figura 1). Con lo stesso sistema viene inoltre controllato lo scorrimento laterale del nastro.

In questa applicazione la termocamera è montata in postazione

fissa davanti al nastro a circa 2/3 metri di distanza, in modo da comprendere nella sua visuale l'intera larghezza del nastro. Il controllo viene eseguito subito dopo l'operazione di stesa sfruttando, attraverso la termocamera, la differenza di temperatura fra il nastro e il coating caldo (delta circa 8/10 °C).

Attraverso il software l'immagine viene divisa in settori e ogni settore viene allarmato in modo che, nel caso di mancanza del coating, la differenza di temperatura si riduce drasticamente, provocando un allarme e quindi la possibilità di "scartare" la parte di nastro difettosa.

Controllo rivestimento tubi

Questa applicazione riguarda la produzione di tubi metallici rivestiti in materiale plastico usati per oleodotti, gasdotti, metanodotti ecc. Il sistema rileva, in continuo, la qualità dell'applicazione di un rivestimento, a caldo, di materiale plastico estruso sul tubo per aumentarne la resistenza alla corrosione (Figura 2). Il materiale estruso sul tubo viene poi protetto da un adesivo plastico esterno. I parametri da tenere sotto controllo durante la rotazione del tubo sono, in particolare, la rottura dell'adesivo esterno di copertura e la sovrapposizione fra gli strati di materiale plastico depositato sul tubo.

Il sistema termografico permette il controllo sfruttando la differenza di temperatura fra il materiale estruso e l'adesivo esterno. Infatti, se si rompe l'adesivo esterno si vedrà attraverso i fori o gli strappi, il materiale plastico sottostante, che è notevolmente più caldo. La termocamera evidenzierà questa situazione anomala permettendo l'intervento dell'operatore. Il controllo della sovrapposizione di materiale plastico estruso viene fatto per evitare che rimangano parti di tubo non protette (materiale non sovrapposto) o che la sovrapposizione sia eccessiva (consumo eccessivo di materiale). Il valore di sovrapposizione viene ricavato sfruttando la differenza termica fra materiale singolo e sovrapposto.

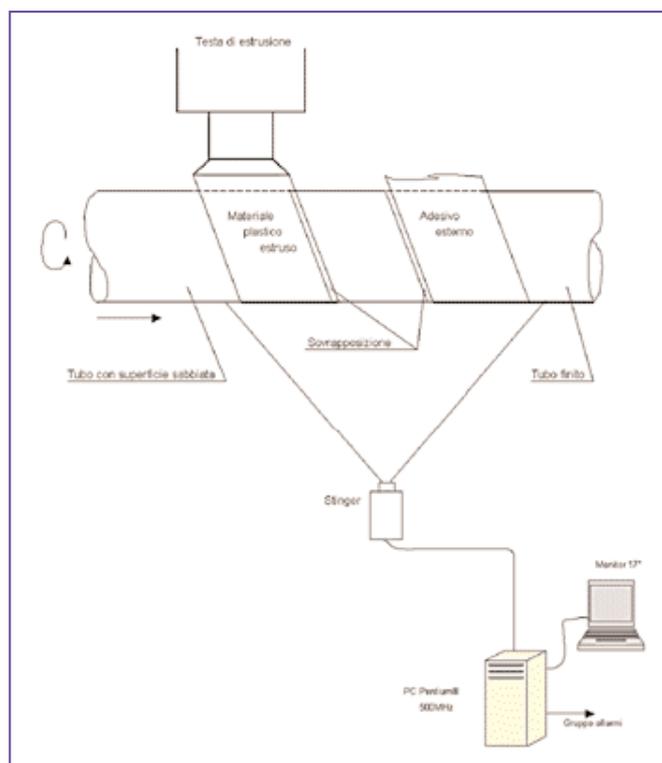


Figura 2 - Controllo rivestimento tubi





Misure

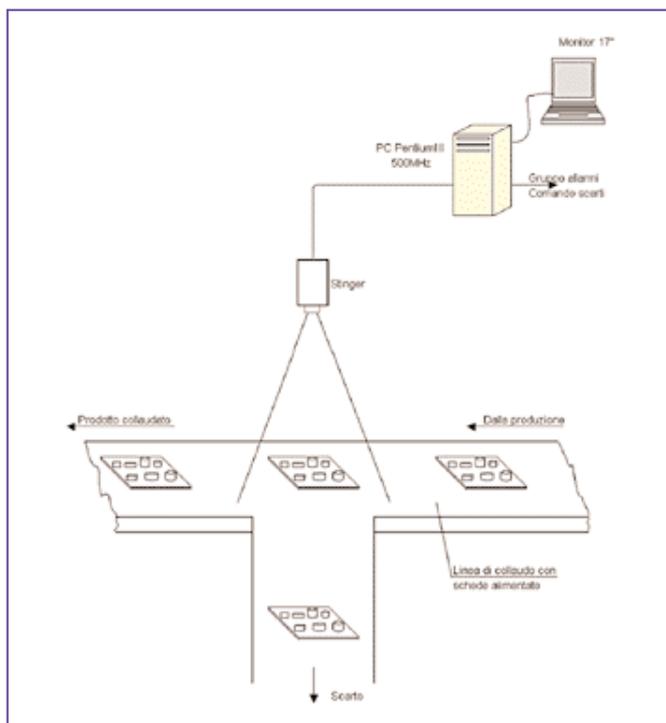


Figura 3 - Controllo dei componenti su schede elettroniche

In questa applicazione il software, oltre ai segnali di allarme, permette di ricavare un'analisi statistica di sovrapposizione media riferita al numero di tubi rivestiti. Questo permette di controllare costantemente il consumo di materiale plastico estruso.

Controllo dei componenti su schede elettroniche

Il sistema permette il controllo, sulla linea di collaudo, della difettosità reale o potenziale di componenti montati sulle schede elettroniche basandosi sul rilievo della temperatura di ogni singolo componente (Figura 3).

La termocamera viene montata perpendicolarmente al piano della linea di collaudo delle schede, in modo da inquadrare una o più schede simultaneamente. L'immagine termica rilevata viene inviata al Pc, dove il software la analizza comparandola, in tempo reale, con i valori termici di una scheda campione precedentemente impostati. Nel caso di differenze di temperatura al di fuori dei valori reimpostati, si ha lo scarto della scheda con individuazione del componente difettoso. Il sistema di allarme può, eventualmente, interagire con il processo dirottando la scheda guasta verso una diversa destinazione, accompagnandola con l'immagine termica (ed eventualmente visiva) su cui è evidenziato il componente difettoso. Questo sistema permette il controllo qualitativo globale delle schede.

Controllo in linea della funzionalità dei frigoriferi

Il sistema viene utilizzato per il monitoraggio, sulla linea di collaudo, dei frigoriferi in fase operativa, in quanto permette di verificare la situazione termica di ogni frigorifero in modo automatico (Figura 4).

La termocamera viene installata su postazione fissa, in modo che vengano inquadrati dal suo obiettivo tutti gli elementi attivi posti sul retro dell'elettrodomestico. In questo modo la termocamera controlla, simultaneamente, la situazione termica del com-

pressore, diffusore, scambiatore di calore e tutte le linee di passaggio del fluido refrigerante.

La termocamera può operare in continuo in ambienti di tipo industriale e senza alcuna manutenzione specifica. La velocità di lettura di 50 Hz permette una permanenza estremamente breve del frigorifero davanti al suo obiettivo. L'immagine termica acquisita viene inviata al computer dotato del software che ne esegue l'analisi in tempo reale, comparandola con l'immagine standard preimpostata. Se dall'analisi risultano difformità termiche non comprese fra quelle reimpostate, vengono generati allarmi ed eventualmente comandi verso l'impianto. Tutti i dati rilevati e analizzati possono essere facilmente memorizzati insieme ai dati di settaggio della termocamera, in modo da permettere la creazione di bollettini di collaudo per ogni singolo frigorifero. Questa particolarità permette, inoltre, la creazione di archivi storici per l'analisi della produzione e la riduzione dei motivi di guasto o malfunzionamento degli elettrodomestici prodotti. Questo sistema può essere utilizzato, inoltre, anche per il controllo in linea dell'isolamento termico del portello e delle pareti, verificando così la bontà della schiumatura eseguita.

Sicurezza degli impianti

In questa sezione è analizzata l'applicazione della termografia per il mantenimento degli impianti in sicurezza.

La termocamera è, di solito, montata in ambiente gravoso o all'esterno e quindi viene dotata di custodia di protezione a tenuta stagna e climatizzata, in modo da proteggerla dall'aggressività ambientale. Per evitare lo sporcamente della lente frontale, la custodia è dotata di sistema di pulizia della lente ad aria o altro gas. La termocamera è collegata direttamente al personal computer che, dotato del software, analizza la situazione termica dell'area inquadrata fornendo, in modo automatico, le temperature di ogni punto o area predefinita. I valori vengono comparati con quelli preimpostati a livello impiantistico e, nel caso di sovratempertura, si ha generazione di allarmi che permettono

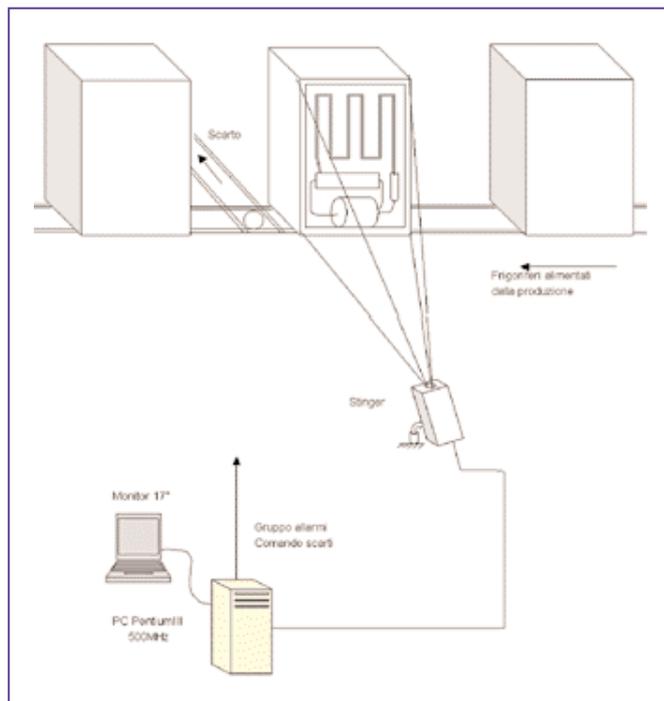


Figura 4 - Controllo in linea delle funzionalità dei frigoriferi





Misure

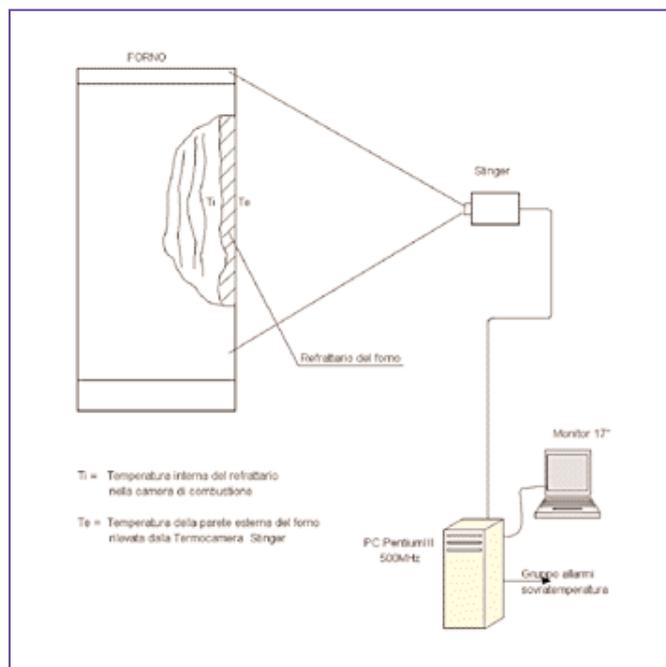


Figura 5 - Controllo spessore refrattari in forni petrolchimici

l'intervento dell'operatore o la messa in sicurezza automatica dell'impianto. Con questo sistema si riducono al minimo le possibilità di guasto dell'impianto, con eliminazione delle probabilità di incendio o di fuoriuscita di componenti pericolosi e inquinanti. Di seguito alcune tipiche applicazioni in questo settore.

Petrolchimico: controllo dello spessore dei refrattari nei forni

La verifica dello spessore del refrattario nei forni petrolchimici, che si riduce a causa della corrosione interna, è di vitale importanza per la sicurezza dell'impianto. La verifica viene fatta relazionando la temperatura esterna del mantello a quella interna del refrattario nella camera di combustione (Figura 5). Normalmente si utilizzano vernici viranti stese sul mantello esterno, che modificano il loro colore in funzione della temperatura a cui sono sottoposte. Questo sistema ha però notevoli inconvenienti, alcuni fra i quali sono: sporcamento del mantello con difficoltà di verifica del colore; viraggio a temperatura ancora notevolmente distante da quella pericolosa (si è quindi portati ad andare con il forno anche senza il controllo e quindi non in sicurezza); intervento umano per controllare l'eventuale viraggio su tutta l'area del mantello.

Il sistema termografico permette il controllo, in continuo, della temperatura del mantello esterno del forno, rapportandola a quella interna del refrattario, mantenendo così sotto controllo in modo continuo l'intera area pericolosa del forno.

Il software permette di definire aree specifiche riferite ai punti critici e, in quelle aree, ne calcola il valore medio e massimo, attivando un allarme nel caso di sovratemperatura. Il sistema permette di individuare le aree critiche fornendo direttamente l'immagine nell'infrarosso, in modo da permettere l'intervento manutentivo alla prima fermata del forno.

Petrolchimico: temperatura tubi in un forno di cracking

La verifica della temperatura dei fasci tubieri all'interno di un forno di cracking è importante per la sicurezza dell'impianto (Figura 6). L'individuazione immediata dell'inizio di ostruzioni all'interno

di un tubo in cui scorre materiale infiammabile evita l'eventuale sovratemperatura locale e quindi il pericolo di incendio e scoppio del forno. Normalmente questo controllo viene eseguito da personale specializzato, con cadenza periodica (ogni 2/3 ore), utilizzando un termometro portatile all'infrarosso. Se si pensa che il forno lavora in modo continuativo per diversi mesi, è chiaro il costo, le difficoltà e la precarietà delle misure fatte in questo modo. Il sistema termografico permette il controllo, in continuo, della temperatura dei tubi, in modo da individuare immediatamente l'inizio dell'ostruzione.

Le termocamere vengono installate davanti ai due portelli laterali di ispezione, in modo da inquadrare trasversalmente tutti i tubi per una certa altezza. Nel caso di forni a più piani sarà necessario ripetere la stessa installazione anche negli altri piani. Il software individua, in tempo reale, le eventuali anomalie, generando un allarme in sala comandi e fornendo l'immagine termica del tubo interessato al problema.

Acciaieria: controllo del refrattario delle siviere

La verifica dello spessore del refrattario delle siviere, che si riduce a causa della corrosione interna, è di grande importanza per evitare la perforazione della siviera con conseguente perdita di metallo fuso, che può provocare pericolo per il personale e danni all'impianto, oltre ai costi del suo ripristino. Se non si fa nessun controllo il rischio è di rifare la pigiata troppo presto con una spesa inutile di materiale e conseguente aumento dei costi di produzione. Anche in questo caso, la verifica viene fatta relazionando la temperatura esterna del mantello rapportandola a quella interna del refrattario (Figura 7). Il sistema termografico permette il controllo della temperatura del mantello esterno a ogni passaggio della siviera carica prima dello svuotamento. Il software permette di definire aree specifiche riferite ai punti critici e, in quelle aree, ne calcola la temperatura media e massima rapportandola a quella interna del refrattario e attivando un allarme in caso di sovratemperatura.

Il sistema permette di individuare le aree critiche fornendo direttamente l'immagine nell'infrarosso, in modo da consentire l'inter-

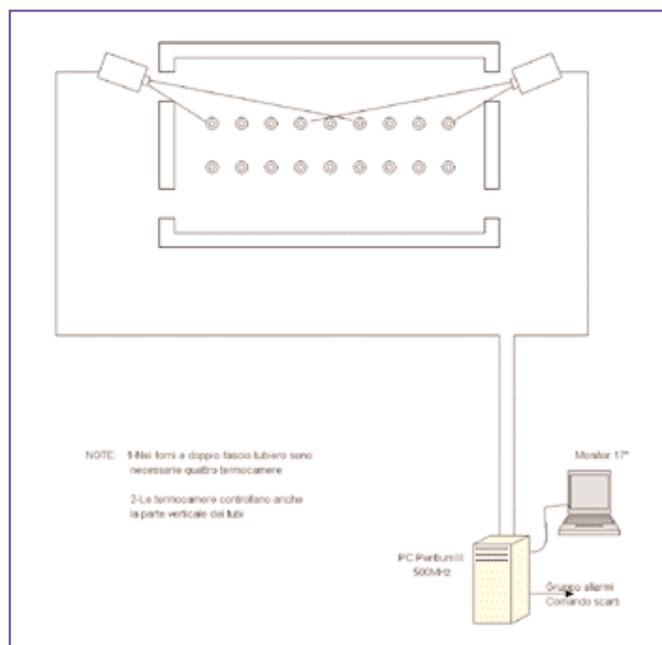


Figura 6 - Controllo integrità tubi in un forno di cracking





Misure

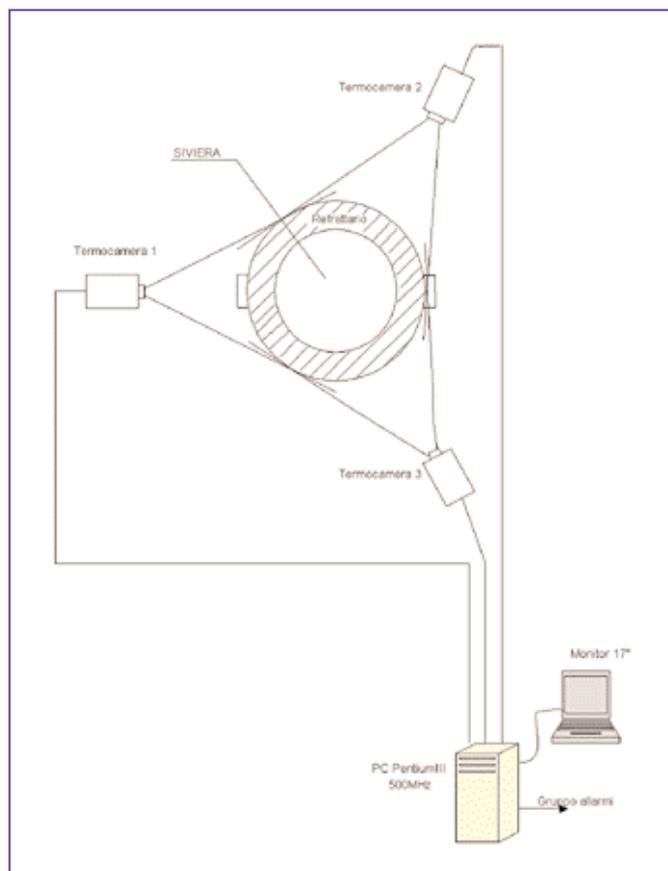


Figura 7 - Controllo refrattario siviere in acciaieria

vento manutentivo localizzato al raggiungimento del limite minimo accettabile dello spessore del refrattario.

Cokeria: monitoraggio automatico di carbone acceso sul piano di scarico

Il coke, una volta prodotto nel forno e scaricato attraverso le guide nel carro trasporto, viene raffreddato nelle torri di raffreddamento e quindi scaricato sul piano inclinato, prima di essere riversato sui nastri trasportatori per lo stoccaggio.

Sul piano inclinato si deve verificare che non siano rimaste parti di carbone ancora calde che, se riversate sui nastri, li deteriorerebbero, producendo danni costosi e fermo dell'impianto per la sostituzione o riparazione dei nastri stessi.

Attualmente questo controllo viene fatto da personale che, a vista, rileva le parti calde e le spegne attraverso una manichetta. Questo sistema ha tre punti deboli:

- l'occhio della persona rileva solo le parti calde se superiori a circa 600 °C (ma il nastro si danneggia anche con temperature notevolmente più basse);
- la persona rileva solo parti che sono visibili mentre, se il materiale caldo è sotto, non viene rilevato;
- il personale utilizzato (su tre turni) ha un costo molto alto e continuativo.

La termografia permette di eliminare questi tre problemi, rendendo il controllo completamente automatico come, ad esempio, il sistema Stinger prodotto dalla Ircon.

La termocamera (o le termocamere), viene montata davanti alla zona di scarico con un obiettivo adatto a ottenere un'inquadratura di tutta la zona del piano inclinato coperta dal coke. Il segnale

di uscita della termocamera viene portato a un Pc dotato del software Stinger, che permette di elaborare in continuo le immagini provenienti dalla termocamera a una velocità di 50 Hz.

Nel caso le temperature rilevate ed elaborate siano superiori a quelle massime ammissibili precedentemente impostate, il sistema genererà un allarme individuando anche le coordinate del punto (o dei punti) critici. Oltre alla visualizzazione a monitor, l'allarme (logico o da relé) può essere utilizzato per attivare automaticamente il sistema di spegnimento.

Inceneritori: controllo della combustione

Il sistema è composto da: termocamera a raggi infrarossi di tipo industriale con ottica specifica per ogni applicazione, completa di custodia di protezione con raffreddamento ad aria/acqua e pulizia della lente ad aria; software di analisi e gestione che opera in ambiente Windows.

Il sistema permette di monitorare in continuo la temperatura del materiale sul piano di combustione delle varie griglie. Si possono controllare simultaneamente e su tutta la loro superficie, fino a 4/5 griglie (in base alla loro dimensione e distanza di misura) e prelevare i valori di temperatura nei punti desiderati.

La termocamera viene installata esternamente sulla parete del forno e riguarda la zona di combustione attraverso un foro nel refrattario da predisporre allo scopo. La custodia raffreddata ad aria/acqua (il tipo di fluido viene definito in base alla temperatura ambiente) e un sistema di pulizia della lente permettono alla termocamera di operare in continuo anche in condizioni ambientali gravose. Questo anche grazie al fatto che il sistema è dotato di sensore FPA (Focal Plane Array) che *non* necessita di operare a bassa temperatura (senza raffreddamento).

La termocamera è collegata a un alimentatore, separato, che può essere montato fino a una distanza di 33 m.

Le immagini delle situazioni termiche sulle griglie vengono inviate a un Pc con una frequenza di 60 aggiornamenti al secondo. Il Pc (o PLC) opera normalmente in ambiente Windows sul quale verrà installato il software Stinger per l'acquisizione e l'elaborazione delle immagini.

Il software permette di:

- analizzare le immagini in linea fornendo la visualizzazione a colori sul monitor oltre alle eventuali isoterme; profili termici; sottrazione di immagini ecc.;
- controllare in linea punti o aree poligonali, definite via software, fornendo i valori min, medio, max delle temperature rilevate. In uscita vengono forniti dei segnali digitali per pilotare, in modo corretto, la combustione di ogni singola griglia. In opzione possono essere inseriti allarmi con uscita a relé.

Il software permette inoltre il settaggio di tutti i parametri della termocamera direttamente dal Pc.

Tutti i dati rilevati e analizzati possono essere facilmente memorizzati insieme ai dati di settaggio della termocamera. Questo permette di operare, contemporaneamente e in modo semplice, con più termocamere.

Sistemi di sorveglianza

In questa sezione è analizzato l'uso della termografia nel monitoraggio, in continuo, di depositi e aree ad alta pericolosità (Figura 8). Siccome tutte queste applicazioni sono molto simili dal punto di vista del sistema termografico da utilizzare, di seguito vengono elencate le applicazioni più importanti, descrivendo poi il sistema termografico nel suo complesso con le varie opzioni e possibilità.





Misure

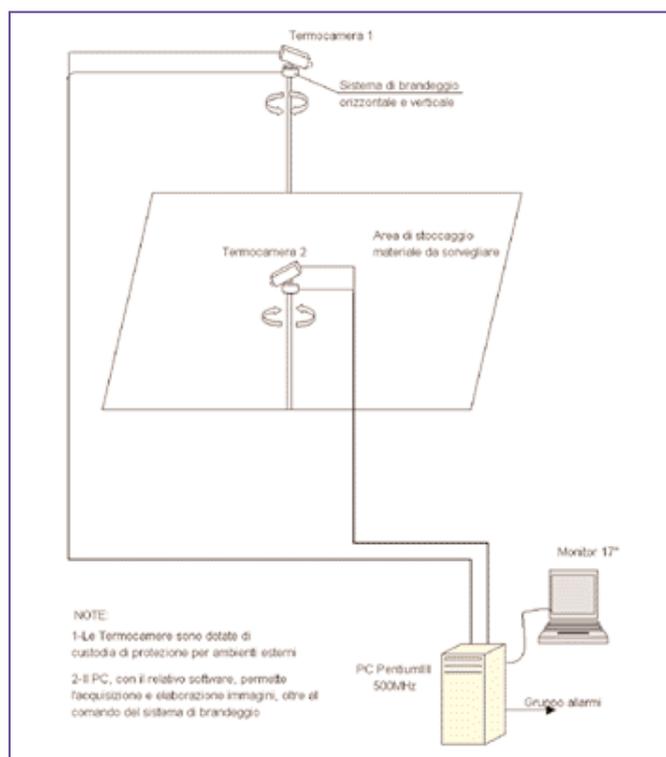


Figura 8 - Sistema di sorveglianza

Le applicazioni possono essere su:

- discariche controllate (anche giacenti su aree molto estese);
- depositi di materiali pericolosi (rifiuti speciali, materiali ad alta tossicità ecc.);
- depositi di materiali ad alto rischio di incendio (stock di carbone, gasometri, depositi di petrolio e benzine ecc.);
- depositi di materiali esplosivi (munizionamento, fuochi di artigiano ecc.);
- aree boschive ad alto rischio (parchi, boschi adiacenti ad abitazioni ecc.).

Il sistema termografico permette il rilievo, in continuo, di anomalie termiche che si generano quando un materiale si decompone (per autocombustione o dolo), presentando situazioni di pericolo.

Il sistema termografico può essere integrato con sistemi nel visibile, per ottenere anche una sorveglianza ottica dell'area interessata.

La termocamera (ed eventuale telecamera) viene installata su postazione fissa, in modo che vengano inquadrati, dal suo obiettivo, tutti i punti a rischio probabile. Se i punti sono distribuiti su un'area maggiore a quella inquadrata, sono possibili due soluzioni:

- uso di due o più termocamere se il controllo deve essere simultaneo per tutti i punti. In questo caso il software deve poter controllare più termocamere;
- utilizzo del gruppo di brandeggio nel caso fosse possibile analizzare tutti i punti in modo sequenziale. Il software deve controllare, in modo automatico, il gruppo di brandeggio acquisendo le coordinate delle zone in analisi per l'individuazione esatta del punto/i anomalo/i. Nel caso di depositi o discariche giacenti su vaste aree, il gruppo di brandeggio può essere montato su pali o tralicci più o meno alti, per poter ispezionare l'area in modo completo con un angolo di incidenza sufficiente per una misura termica corretta.

Il sistema è composto da:

- termocamera a raggi infrarossi di tipo industriale, con obiettivi diversi in funzione dell'area da analizzare e completa, se necessario, della custodia di protezione climatizzata per montaggio all'esterno, e sistema incorporato di pulizia della lente ad aria;
- telecamera nel visibile (opzionale), con ottica specifica inserita nella custodia della termocamera, in modo da renderle un unico blocco;
- gruppo di brandeggio manuale o motorizzato, per movimentare la termocamera (ed eventuale telecamera) nel caso l'area da monitorare sia maggiore di quella inquadrata dall'obiettivo della macchina. Il gruppo deve avere la possibilità di muovere le telecamere sia sull'asse orizzontale sia su quello verticale;
- software di analisi delle immagini nel termico e nel visibile (opzionale), con generazione di allarmi ed eventuali azionamenti. Gestione del gruppo di brandeggio (opzionale) e della programmazione della termocamera. Il software deve operare, preferibilmente in ambiente Windows NT per rendere più semplice l'interfacciamento ad altri sistemi operativi.

La termocamera (ed eventuale telecamera) opera in continuo (24 ore al giorno per 365 giorni/anno) in ambienti di tipo industriale o all'aperto, senza alcuna manutenzione specifica. La velocità di lettura è almeno di 50 Hz e permette, nel caso di utilizzo del gruppo di brandeggio, una permanenza estremamente breve nei vari punti di misura, in modo da ridurre al minimo il tempo di ciclo.

Il segnale dell'immagine termica acquisita viene inviato al computer via cavo o via radio. Il Pc, dotato del software, ne esegue l'analisi in tempo reale comparandola con livelli termici preimpostati o con livelli termici riferiti a cicli precedenti. Se dall'analisi risultano difformità termiche non comprese fra quelle reimpostate, vengono generati allarmi ed eventualmente comandi verso l'impianto (attivazione sistemi antincendio, chiusura porte tagliafuoco ecc.)

Tutti i dati rilevati e analizzati possono essere facilmente memorizzati insieme ai dati di settaggio della termocamera, in modo da permettere la creazione di uno storico analizzabile in tempi successivi per definire cause e origini delle anomalie.

Conclusioni

Si è cercato di fornire una traccia per chi vuole applicare la termografia direttamente all'impiantistica. Va ricordato che l'evoluzione tecnologica nel settore della termografia è in continua crescita, sia a livello di termocamere sia di software e accessoristica. Molte altre applicazioni sono possibili in base alle specifiche esigenze di ogni impianto.

In teoria si potrebbero sostituire tutte le applicazioni fatte con i termometri all'infrarosso, ma va ricordato che il sistema termografico non ha tutte le specificità dei termometri all'infrarosso (lunghezza d'onda di lavoro, robustezza meccanica estremamente alta, costo basso ecc.).

Quindi, bisogna valutare con estrema attenzione ogni nuova, possibile applicazione della termografia, considerando le condizioni dell'impianto, il tipo di materiale da controllare, l'ambiente, i costi e così via.

Per questo motivo è consigliabile avvalersi sempre del supporto di tecnici e società che conoscano specificatamente questo settore, onde evitare soluzioni che possano, alla fine, rivelarsi inutili o, ancora peggio, dannose.

