

L'analisi termografica nella manutenzione degli impianti elettrici

Studio di un caso pratico

Ermanno Peruta

Nuova CMME - Osio Sopra (Bg)

Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito ad un sempre maggiore impiego della termografia infrarossa nella manutenzione e nell'analisi preventiva degli impianti elettrici. La capacità di individuare situazioni critiche e difetti nascosti prima che questi si manifestino con un guasto, e la possibilità di operare con l'impianto in funzione, sono fra le caratteristiche più apprezzate dagli operatori del settore. Le moderne termocamere, corredate di software di analisi sempre più sofisticati, sono in grado di fornire una grandissima quantità di informazioni, sempre più dettagliate.

Questa mole di dati può diventare, nelle mani di utenti esperti, una ricchissima miniera di informazioni (spesso inaspettate) sulle caratteristiche di affidabilità delle apparecchiature elettriche.

Informazioni tanto più importanti quanto ricavate direttamente sul campo, nelle vere condizioni operative e dopo estesi periodi di esercizio. Naturalmente, i risultati delle analisi termografiche vanno inseriti all'interno di un protocollo di test che consenta di interpretarle correttamente e di valutarne le ricadute sull'esercizio dell'impianto in generale e delle singole apparecchiature in particolare.

Nel seguito verrà illustrato un caso pratico di analisi termografica di lungo periodo, effettuata su di un importante impianto industriale. Come verrà illustrato in questo documento, l'analisi statistica dei risultati ha permesso di individuare efficacemente e a livello globale le situazioni più a rischio.

Descrizione dell'impianto

Questo studio è stato effettuato su di un impianto industriale, per la lavorazione della gomma, alimentato in MT con cabina propria. L'architettura di distribuzione è rea-

lizzata in anello per le tre cabine di MT ed in radiale per tutta la distribuzione in BT.

Le due cabine di trasformazione MT/BT, ciascuna delle quali equipaggiata con due trasformatori da 2.000 kVA operanti in parallelo.

Ogni trasformatore alimenta un Power Center con una sessantina di interruttori di varie portate, comprese fra i 4000 A e i 200 A.

Le indicazioni termografiche diventano quindi un importante mezzo di segnalazione di problemi che tendono ad aggravarsi nel tempo.

Le utenze principali sono costituite da compressori e da macchine per la calandratura, trafilatura, finitura e vulcanizzazione del prodotto in gomma. In aggiunta, l'impianto comprende anche numerosi quadri di alimentazione secondari, quadri d'ordina macchina e blindosbarre. L'indagine termografica ha quindi riguardato parecchie decine di apparecchiature differenti, quali ad esempio: interruttori BT modulari e scatolati, sezionatori BT, sezionatori fusibili, trasformatori MT/BT, trasformatori di misura TA e TV in BT, giunzioni, morsettiere, condensatori, eccetera.

Descrizione del protocollo di analisi

L'analisi termografica si è protratta per quattro anni, per ciascuno dei quali sono state effettuate quattro campagne di rilevamento:

- una campagna generale, svolta nel mese di luglio sull'intero impianto, e destinata all'individuazione dei guasti e dei punti critici sui quali intervenire durante il fermo impianto estivo;
- una campagna di controllo generale nel mese di settembre, avente lo scopo di verificare l'efficacia degli interventi di manutenzione estivi;
- altre due campagne di rilevamento periodico. Queste ultime non vengono effettuate sull'intero impianto, bensì solo sulle aree di maggiore importanza, o che l'espe-

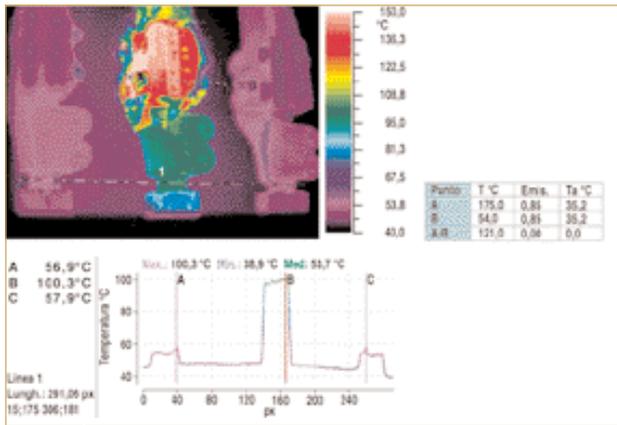


Fig. 1 Giunzione tra morsa trafo e barratura BT

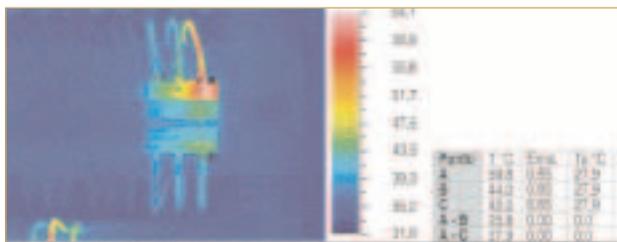


Fig. 2 Connessione su interruttore modulare

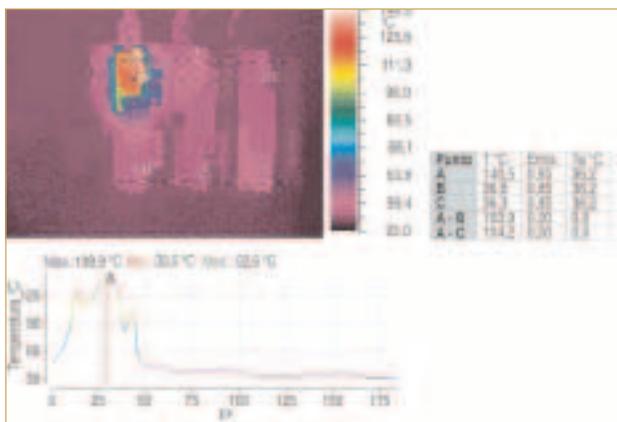


Fig. 3 Pinza sezionatore con fusibili

rienza ha mostrato come particolarmente esposte ai guasti.

L'analisi termografica permette di individuare i particolari che si trovano ad una temperatura più elevata del normale, situazione che spesso si accompagna ad una situazione di guasto o comunque di criticità (vedi alcuni esempi Figure 1-2-3-4-5).

La classificazione del difetto viene effettuata in base alla sovratemperatura che il componente presenta, misurata rispetto alla sua normale temperatura di funzionamento. In base alla sovratemperatura raggiunta sono state definite in queste analisi tre classi di difettosità:

Classe 1: difetti che presentano una sovratemperatura di 35°C o più rispetto alla temperatura normale del componente. Questi difetti richiedono un intervento immediato.

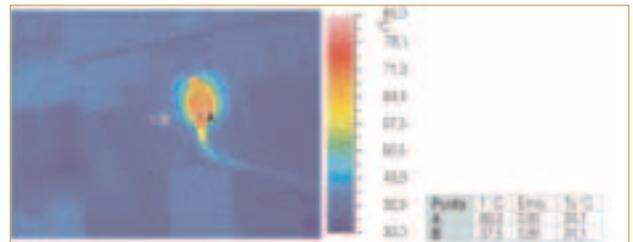


Fig. 4 Trasformatore di corrente BT

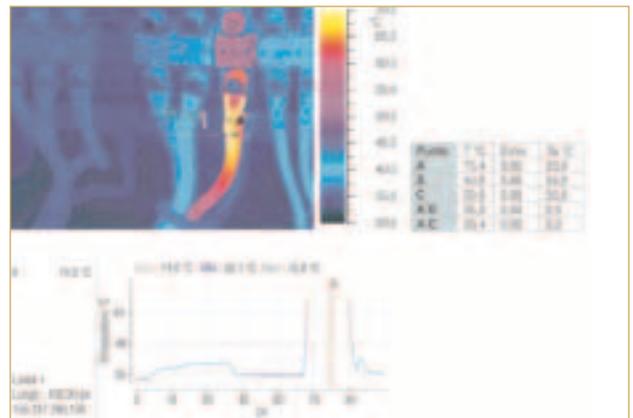


Fig. 5 Morsettiera su quadro BT

Classe 2: difetti che presentano una sovratemperatura compresa fra 10°C e 35°C. Questi difetti non impongono un intervento immediato, ma richiedono che il componente sia tenuto sotto controllo.

Classe 3: difetti che presentano una sovratemperatura compresa fra 5°C e 10°C. Per questi difetti si richiede un controllo alla prossima ispezione termografica.

Si può osservare come non siano considerate anomalie, né da tenere sotto osservazione, le sovrature inferiori a 5°C. Queste classi di difettosità sono attualmente in fase di ridefinizione da parte del Gruppo di lavoro "Termografia all'infrarosso" facente parte della Commissione UNI "Prove non distruttive". Il Gruppo di lavoro sta elaborando una normativa specifica sulla termografia, che prevede alcune novità:

- una suddivisione in più classi di difettosità rispetto alle tre qui elencate;
- una specifica dei tempi di intervento richiesti per ogni classe di difettosità;
- il riporto della sovratemperatura alla corrente nominale del componente esaminato. Per fare un esempio: se un sezionatore con In=400 A presenta un difetto di classe 2 già ad una corrente di soli 50 A, è molto più a rischio di un componente analogo che presenti lo stesso difetto, ma alla piena corrente nominale.

Risultati e commenti

Le analisi termografiche effettuate per un lungo periodo (quattro anni) e su di un grande numero (parecchie decine) di apparecchiature, hanno consentito di ottenere ri-

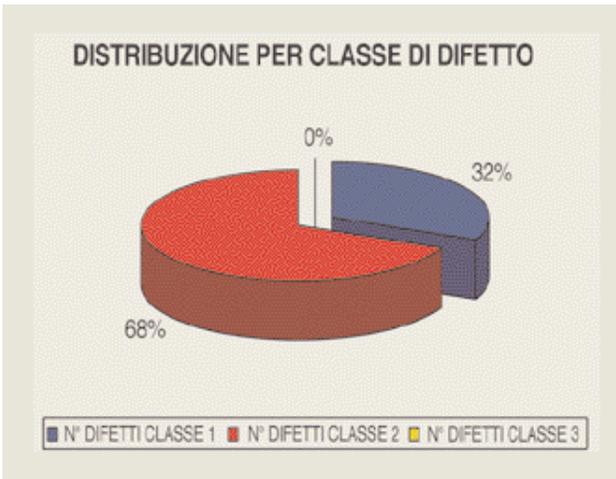


Fig. 6 **Classificazione per difetto**

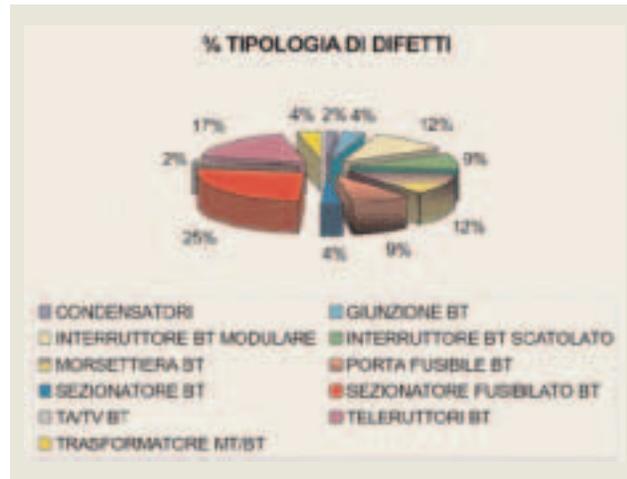
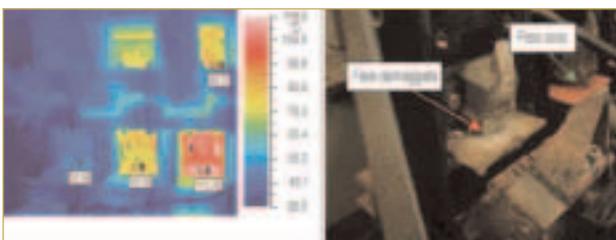


Fig. 7 **%Tipologia per difetti**

sultati statisticamente significativi, che sono riassunti nei grafici di Figura 6 e Figura 7.

In Figura 3 è riportata l'incidenza dei difetti, suddivisa per classe di difettosità. Come si vede, sono assenti i guasti di categoria 3 (la meno rilevante), mentre il 68% dei difetti si colloca nella classe 2 (da tenere sotto controllo) e il 32% appartiene alla classe 1 (intervento immediato). Una prima osservazione interessante è l'assenza dei difetti di classe 3, la meno importante. Questo risultato, statisticamente assai significativo, ha un'importante chiave di lettura in termini di affidabilità dell'impianto. Esso indica infatti che un difetto può anche iniziare a manifestarsi con sovratemperature moderate, ma evolve poi rapidamente verso situazioni più critiche con temperature molto maggiori. Una seconda osservazione è l'elevata percentuale di difetti di classe 3, quella che richiede l'intervento immediato (quasi uno su tre).

Questo risultato, pur ottenuto in un impianto su cui si effettua una manutenzione regolare, mostra come lo stress sui componenti non possa mai venire trascurato o ignorato. La tendenza da parte dei produttori alla compattezza e al contenimento dei costi, fa sì che molte apparecchiature si trovino a lavorare in condizioni sempre molto spinte rispetto alle loro caratteristiche di progetto, e questo pur rimanendo all'interno dei valori nominali.



In questa sequenza si vuole mettere in evidenza, che con una corretta indagine termografica si possono evitare notevoli danni alle apparecchiature elettriche prima che si verificano danni notevoli. L'interruttore rappresentato nella foto visibile ha subito un principio di incendio dovuto all'eccessivo surriscaldamento dei contatti.

A questo vanno aggiunte la necessità economica di impiegare i macchinari sempre al massimo della loro capacità produttiva, e la presenza di condizioni ambientali che, in un impianto reale, sono inevitabilmente più dure di quanto previsto o suggerito dal costruttore dell'apparecchiatura.

Pertanto, questo primo risultato indica che la manutenzione dell'impianto deve sempre essere accurata, poiché eventuali difetti tendono rapidamente a peggiorare portandosi in condizioni critiche.

Di grande interesse è inoltre la suddivisione dei difetti per tipologia di apparecchiatura, riportata in Figura 7. Come si vede, le apparecchiature si possono grosso modo suddividere in tre gruppi, in base alla loro difettosità:

1. apparecchiature con probabilità di guasto molto bassa, individuabili in questo caso con quelle che contribuiscono per meno del 5% alla difettosità globale. Fra queste apparecchiature molto affidabili si trovano i trasformatori MT/BT, i trasformatori di misura TA e TV, i condensatori, i sezionatori BT, le giunzioni BT. Queste apparecchiature sono notoriamente robuste, per costruzione o per tipo di utilizzo, per cui un tale risultato non sorprende.
2. apparecchiature con probabilità di guasto non trascurabile, che possiamo grosso modo identificare con quelle che contribuiscono per circa il 10% ai difetti totali. In questo caso, appartengono a tale categoria gli interruttori BT, sia modulari sia scatolati, i portafusibili BT e le morsettiere BT. Se per gli interruttori un simile risultato era da attendersi, viste le condizioni a volte gravose di utilizzo, la presenza di portafusibili e morsettiere in questo gruppo è invece meno prevedibile. Come spesso avviene, il punto critico di questi componenti è il serraggio di viti, capicorda, eccetera, che se non è ottimale produce punti caldi anche assai pericolosi. Naturalmente non necessariamente la responsabilità è da attribuire all'installatore: vibrazioni, sbalzi termici o sollecitazioni trasmesse dal cavo, possono produrre allentamenti anche se il serraggio è stato effettuato a regola

d'arte. E' quindi indispensabile che la verifica di questi particolari sia fatta in maniera accurata, e che si provveda per quanto possibile ad eliminare tutti i fattori di rischio.

3. apparecchiature con elevate probabilità di guasto, appartenenti ai gruppi che fanno registrare il 15-20% o più dei guasti totali. Nell'impianto in questione, le apparecchiature più a rischio sono risultate essere i tele-ruttori BT e i sezionatori fusibili BT, responsabili questi ultimi di un difetto su quattro. L'esperienza ha dimostrato che questa elevata percentuale di difetti era poi ricorrente, ovvero anche sostituendo il componente difettoso con uno nuovo quest'ultimo prima o poi ripresentava lo stesso problema.

Questa elevata e ricorrente difettosità fa inevitabilmente pensare ad un problema connesso con la tipologia o il modello dell'apparecchiatura stessa, più che alla presenza di cause accidentali. Si è quindi proceduto ad un'analisi mirata di questi componenti, e ad un confronto fra le loro caratteristiche tecniche e le condizioni d'impiego.

Questo studio ha mostrato che i modelli installati sull'impianto funzionavano spesso in condizioni limite, pur essendo formalmente al di sotto delle loro capacità nominali. Si è quindi proceduto alla loro sostituzione con apparecchiature elettricamente equivalenti ma di differenti caratteristiche costruttive.

In seguito a questo intervento, la loro difettosità è drasticamente diminuita, riportandosi in una fascia di accettabilità.

Conclusioni

L'analisi termografica di un impianto industriale di grosse dimensioni è stata accoppiata ad uno studio statistico dei risultati.

Questo ha permesso di ottenere informazioni molto più accurate rispetto alla semplice indicazione dei componenti difettosi. E' stato infatti possibile identificare le categorie più a rischio, individuando le cause generali di una elevata percentuale di difetti in una certa categoria di apparecchiature elettriche. In questo modo si sono potuti attuare interventi non estemporanei o limitati alla riparazione del singolo apparecchio, ma di portata più ampia e in grado di risolvere in maniera duratura i problemi emersi. ■

Ermanno Peruta si è diplomato perito elettrotecnico. Attualmente riveste la carica di product manager della Nuova C.M.M.E. srl di Osio Sopra. In particolare è responsabile della divisione verifiche e prove e dello sviluppo del progetto relativo alla realizzazione



delle rilevazioni termografiche iniziato circa sei anni fa. Ha conseguito la qualifica CICPND di 2° livello ed è membro della commissione UNI "Prove non distruttive" gruppo di lavoro "termografia all'infrarosso".

l'Autore