

Introduzione

MISURA DELL'EMISSIVITA' TERMICA DEGLI STRISCIANTI DI UN PANTOGRAFO PER SISTEMI FERROVIARI AD ALTA VELOCITA'

Gli obiettivi dei sistemi di trasporto ad alta velocità sono quelli di migliorare la qualità del servizio nel trasporto di viaggiatori e merci, di aumentare la produttività e di ridurre i costi di gestione. Pertanto il sistema deve raggiungere elevati standard di affidabilità, di facilità di manutenzione, di sicurezza nello scambio di informazioni, di adeguamento allo standard europeo. Per raggiungere tali obiettivi occorre un elevato grado di automazione, al fine di gestire situazioni più critiche di quelle tipiche dei convogli tradizionali.

In funzione di queste esigenze, in collaborazione con le ferrovie dello stato, è nato un progetto di ricerca basato sulla complementarità di cinque unità operative, operanti presso diversi atenei. Il progetto di ricerca proposto ha come obiettivo lo sviluppo di un pantografo con caratteristiche innovative e di tecniche di monitoraggio non invasive, capaci di verificarne il corretto funzionamento.

Si articola nei punti seguenti:

- a) Studio di soluzioni innovative con l'uso di simulazioni del sistema pantografo-catenaria; predisposizione di tecniche per il controllo, la stima della forza di contatto e il monitoraggio (ad es. con termocamere) delle caratteristiche del nuovo pantografo.
- b) Acquisto e test di materiali compositi per la realizzazione di archetti innovativi, ottimizzazione cineto-dinamica e aerodinamica del quadro, messa a punto di sensori per una misura diretta della forza di contatto, implementazione su microcontrollore di algoritmi di controllo e di stima, scelta e realizzazione del software più adatto all'estrazione di caratteristiche significative dalle immagini termografiche.
- c) Effettuazione di prove delle nuove tipologie di archetto proposte al banco dinamico ibrido emulatore della catenaria. Verifica sperimentale dell'insieme portastrisciante-strisciante dal punto di vista termico, elettrico e meccanico. Sperimentazione di algoritmi di controllo e stima della forza di contatto e di strutture di quadri innovativi. Rilievo della temperatura con telecamera IR per caratterizzare la funzionalità dell'archetto e il livello di scintillio e di arco, da correlare con il rilievo della forza di contatto, indagine questa, del tutto innovativa nel panorama internazionale.

La captazione di corrente riveste notevole importanza nell'esercizio dei treni ad alta velocità, essa infatti costituisce uno dei fattori limitanti la velocità massima, specialmente nel caso di trazione effettuata con più pantografi in presa e ha importanti ripercussioni sullo stato di usura dei materiali a contatto (filo di contatto della catenaria e striscianti del pantografo), con ovvie conseguenze sia sui costi di manutenzione, sia sulla durata della linea stessa, che può scendere da valori di 20-25 anni, a meno di 10 anni, in caso di captazione non ottimale, che può con facilità verificarsi con velocità superiori ai 200 km/h. A tali velocità cominciano a sorgere problemi per quanto riguarda la corretta captazione della corrente, nel senso che diventa molto difficile assicurare il contatto continuo dello strisciante col conduttore

di alimentazione, con conseguente formazione di archi elettrici, a causa di fenomeni che a velocità inferiori hanno effetti trascurabili. Infatti al pantografo è applicato un precarico che mantiene l'archetto a contatto con la catenaria, secondo un vincolo di per sé monolatero, le azioni aerodinamiche medie applicate al pantografo poi incrementano tale valore, all'aumentare della velocità. La forza di contatto scambiata tra pantografo e catenaria risulta variabile, attorno a un valore medio, tale variazione provoca disturbi nella captazione, in caso di forza molto bassa, causando formazione di scintillio o di archi elettrici veri e propri. Invece, valori elevati della forza di contatto portano ad elevati tassi di usura dei materiali a contatto: nel caso di forze molto elevate è l'effetto meccanico quello prevalente, mentre nel caso di forze basse o di distacco sono gli effetti elettrici e di erosione d'arco quelli più importanti.

Una delle attività dell'unità operativa di Pisa, è lo sviluppo di tecniche termografiche per monitorare l'interazione pantografo-catenaria. A tal scopo ci si avvale della disponibilità di una telecamera IR e della possibilità di un suo utilizzo in prove al banco per testare strutture innovative di pantografo e/o nuovi materiali per lo strisciante e per la linea di contatto.

Attualmente gli archetti sono realizzati con materiali e dimensioni che rispecchiano le necessità per la captazione di corrente continua (e di conseguenza di elevate intensità di corrente), o per la captazione in corrente alternata (con minori intensità di corrente). Nel primo caso il porta-strisciante è un profilato (chiuso od aperto) in acciaio, su cui viene fissato lo strisciante. In particolare per la rete italiana, gli striscianti sono in rame, leghe di rame-zirconio, o del tipo Kasperowski, ossia con un involucro esterno in rame, aperto superiormente (denominato cartoccio), entro cui è contenuto un volume in grafite. Nel secondo caso invece strisciante e portastrisciante sono incollati, essendo il primo realizzato in grafite, eventualmente caricata con polvere di rame, e con un estruso di alluminio.

L'utilizzo della grafite ha enormi vantaggi per quanto riguarda l'usura del filo di contatto, ma risente di limiti termici quando applicata all'esercizio in c.c. a 3 kV con richieste di potenza elevate, tali da sopportare correnti di 1000 A. L'utilizzo di leghe a

base di rame, tipico dell'esercizio in c.c., causa però elevati tassi di usura, soprattutto all'aumentare della velocità. Si richiedono perciò soluzioni innovative che siano in grado di coniugare le caratteristiche positive della grafite, senza incorrere nei problemi di tipo termico. Un approccio globale al problema dell'ottimizzazione dell'archetto implica l'utilizzo di materiali innovativi, al fine di ottenere nel contempo: diminuzione della massa, aumento dello smorzamento strutturale, capacità di resistenza termica e di collegamento efficace con lo strisciante in grafite.

Nell'ambito di questa attività di ricerca si colloca il presente lavoro di tesi, volto all'individuazione dell'emissività termica di due striscianti. Questi in particolare sono realizzati uno in grafite con portastrisciante in estruso di alluminio, per sistemi a 25 KV ed uno in grafite impregnato con polvere di rame e portastrisciante a cartoccio in rame, per sistemi a 3KV c.c.

Il seguito della trattazione si articola di quattro capitoli più un'appendice; nel primo capitolo vengono presentate alcune nozioni teoriche per una corretta comprensione descrivendo le tre modalità di trasmissione del calore, in particolare le leggi fondamentali della radiazione termica, tenendo presente le problematiche legate alla trasmissione in aria dei raggi infrarossi e come ciò influenza le tecniche di rilevamento. Il capitolo due descrive le caratteristiche del sistema di rilevamento utilizzato, confrontandolo con altre soluzioni. Spiega come debba essere condotto in modo ottimale una osservazione, quali siano le principali precauzioni operative da intraprendere. Il terzo capitolo è dedicato alla presentazione delle funzionalità del software appositamente creato per il controllo della termocamera e l'elaborazione delle immagini termografiche acquisite, con l'ausilio del noto ambiente operativo LabVIEW. Il software creato è stato reso capace di compiere automaticamente le operazioni di calcolo dell'emissività scopo del presente lavoro di tesi. Nel quarto ed ultimo capitolo si riporta la prova di laboratorio condotta sulle due porzioni di striscianti oggetto di studio. L'appendice riporta la spiegazione del diagramma a blocchi del software implementato grazie a LabVIEW.